



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

KAIO TÉOFILO GONÇALVES SANTOS

**EXTRAPOLAÇÃO DA METODOLOGIA DO NOVO SICRO DO FATOR DE
INTENSIDADE DE CHUVAS NA INTERFERÊNCIA DE DIAS PARALISADOS EM
OBRAS RODOVIÁRIAS DO ESTADO DO TOCANTINS**

PALMAS

2019

KAIO TÉFILO GONÇALVES SANTOS

**EXTRAPOLAÇÃO DA METODOLOGIA DO NOVO SICRO DO FATOR DE
INTENSIDADE DE CHUVAS NA INTERFERÊNCIA DE DIAS PARALISADOS EM
OBRAS RODOVIÁRIAS DO ESTADO DO TOCANTINS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil
do Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientador: Msc. Clerson Dalvani Reis

Coorientador: Analista de infraestrutura Eng.
Civil Adaugilson de Souza Santos

**PALMAS
2019**

KAIO TEÓFILO GONÇALVES SANTOS

**EXTRAPOLAÇÃO DA METODOLOGIA DO NOVO SICRO DO FATOR DE
INTENSIDADE DE CHUVAS NA INTERFERÊNCIA DE DIAS PARALISADOS EM
OBRAS RODOVIÁRIAS DO ESTADO DO TOCANTINS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil
do Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Aprovado em ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Msc Clerson Dalvani Reis
IFTO – Campus Palmas

Eng. Civil Adaugilson de Souza Santos
DNIT – SR/TO

Msc Danilo Gomes Martins
IFTO – Campus palmas

Eng. Civil Caleb Dias Nazareno
SEISP – Prefeitura de Palmas

Santos, T.G. Kaio

Extrapolação da metodologia do novo SICRO do fator de intensidade de chuvas na interferência de dias paralisados em obras rodoviárias do Estado do Tocantins/ Kaio Teófilo Gonçalves Santos. – Palmas, 2019.

Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas, 2019.

Orientador: Msc Clerson Dalvani Reis

Coorientador: Analista de Infraestrutura Eng. Civil Adaugilson de Souza Santos

1 Chuvas. 2 SICRO. 3 Fator nd. 4 Tocantins.

RESUMO

O progresso para com a infraestrutura no Brasil no setor de transporte só tende a se desenvolver, uma vez que este setor é o principal meio da viabilidade econômica do país. Necessitando uma integração devido à notável expansão territorial nele presente, para avanços e melhorias na viabilidade econômica. Com isso, investimentos na infraestrutura de transportes facilitam o fluxo da produção para consumidores nacionais e internacionais.

Porém as chuvas se tornam um empecilho em obras de terra que em rodovias é muito presente, o que desfavorece ou até mesmo impossibilita a execução de obras rodoviárias. As chuvas estão presentes na atualização do SICRO onde aborda o Fator de Intensidade das Chuvas (Fator I_d) onde implica o dia não trabalhável, porém com escassez de informação para que possa ser utilizado no Estado do Tocantins. Portanto, o trabalho tem cunho de mitigação dessa escassez perante a esse fator.

Palavras-chave: Chuvas. SICRO. Fator I_d . Tocantins

ABSTRACT

Progress towards infrastructure in Brazil in the transportation sector only tends to develop, as this sector is the main means of economic viability of the country. Needing integration due to the remarkable territorial expansion present in it, for advances and improvements in economic viability. Thus, investments in transportation infrastructure facilitate the flow of production to national and international consumers.

However, the rains become a hindrance in earth works that are very present on highways, which disadvantages or even precludes the execution of road works. The rains are present in the update of SICRO which addresses the Rain Intensity Factor (nd Factor) where it implies the non-workable day, but with scarcity of information to be used in the Tocantins Stake. Therefore, the work has a mitigation nature of this scarcity before this factor.

Keywords: Rains. SICRO. Factor nd. Tocantins.

LISTA DE ACRÔNIMOS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

ANP – Agência Nacional de Petróleo

ASCOM – Assessoria de Comunicação

CCU – Composições de custo Unitário

CEF – Caixa Econômica Federal

CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia dos Transportes

CGCIT – Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes

CGU – Controladoria-Geral da União

CTH/DAEE – Centro de Tecnologia Hidráulica do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

FGV – Fundação Getúlio Vargas

FIC – Fator de Influência de Chuvas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRE – Instituto Brasileiro de Economia

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

RHN – Rede Hidrometeorológica Nacional

SICRO – Sistema de Custos Referencial de Obras

SINAP – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil

SINCTRAN – Sistemas de Custos de Infraestrutura de Transportes

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SR – Superintendência Regional

TCU – Tribunal de Contas da União

TO – Tocantins

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da problemática.....	16
Figura 2 – Esquema do ciclo hidrológico.....	35
Figura 3 – Fluxo da pesquisa.....	53
Figura 4 – Etapa de fundamentação	54
Figura 5 – Etapa de modelagem das informações	59
Figura 6 – Curvas de transição dos fatores nd.....	76
Figura 7 – Trecho e estações selcionadas.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fator da Natureza da Atividade	45
Quadro 2 – Fatores de permeabilidade dos solos	46
Quadro 3 – Fator de Escoamento Superficial.....	48
Quadro 4 – Relação dos postos pluviométricos para a Região Norte	50
Quadro 5 – Relação de estações para o estudo de aplicação	55
Quadro 6 – Banco de dados.....	60
Quadro 7 – Soma de chuvas	61
Quadro 8 – Dias paralisados.....	63
Quadro 9 – Fator nd calculado mensal	64
Quadro 10 – Fator nd calculado anual.....	66
Quadro 11 – Fatores nd das Estações do Estado do Tocantins	68
Quadro 12 – Orçamento comparativo	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução dos sistemas de custos do extinto DNER e do DNIT.....	23
Tabela 2 – Quantidade mínima recomendada de estações pluviométricas em função da área de drenagem.	41
Tabela 3 – Relação entre dias de chuva dia paralisado	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	PROBLEMA DA PESQUISA	16
3	JUSTIFICATIVA	17
4	OBJETIVOS	18
4.1	Objetivo geral.....	18
4.2	Objetivo específico	18
5	REVISÃO DE LITERATURA	19
5.1	Quem é o DNIT?.....	19
5.2	O que é o SICRO?.....	20
5.3	Novo SICRO	24
5.3.1	Inovações Metodológicas compostas pelo NOVO SICRO	30
5.4	Impacto das chuvas em obras de engenharia	32
5.4.1	Onde afetam?	32
5.4.2	Planejamento.....	33
5.5	Ciclo hidrológico	34
5.6	Bacia hidrográfica	35
5.7	Dados hidrológicos	36
5.8	Precipitação.....	37
5.9	Dados pluviométricos	38
5.10	Estações pluviométricas	38
5.11	ANA	39
5.11.1	HidroWeb.....	39
5.11.2	Rede Hidrometeorológica Nacional.....	40
5.12	Alguns métodos	41
5.12.1	Método MENDES.....	41
5.12.2	Método MATTOS.....	42
5.13	Método novo SICRO	43
5.13.1	Fator de natureza da atividade (fa).....	44
5.13.2	Fator de Permeabilidade dos Solos (fp)	45
5.13.3	Fator de Escoamento Superficial (fe).....	47
5.13.4	Fator de Intensidade de Chuvas (nd)	48

5.13.5	Postos Pluviométricos	49
5.14	Rodovias	51
5.14.1	Rodovias no Tocantins.....	52
6	PROCEDIMENTOS MÉTODOLÓGICOS.....	52
6.1	Caracterização da pesquisa	53
6.2	Fundamentação	54
6.3	Estudo de aplicação.....	55
6.3.1	Caracterização do objeto de estudo.....	55
6.3.2	Modelagem das informações	59
7	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	60
8	Resultados e discussões	75
9	CONCLUSÃO	80
10	REFERÊNCIAS.....	81
11	ANEXOS	84

1 INTRODUÇÃO

A importância da infraestrutura no processo de desenvolvimento e crescimento econômico de qualquer país é uma verdade incontestável. Como um dos componentes essenciais desta infraestrutura aparece o setor de transportes.

No caso brasileiro, em especial, o papel representado pelo setor de transportes é fundamental, pois, à medida que o setor se amplia e se moderniza, novas áreas passam a ter viabilidade econômica, passando a contribuir para o estímulo e incremento do desenvolvimento econômico, por outro lado, as dimensões continentais do território brasileiro exigem para a sua perfeita integração um setor de transporte amplo e diversificado.

As políticas de transportes terrestres (rodovia e ferrovia) tiveram um papel primordial no processo de ordenamento do território, na medida em que viabilizavam a ligação com os transportes aquaviários. A expansão dos sistemas de transportes levou à ocupação das áreas litorâneas e interioranas, estruturando as cidades existentes, criando novas cidades, atraindo investimentos em novas atividades produtivas industriais, agrícolas e agroindustriais, e também dinamizando as atividades comerciais. Os investimentos realizados nas melhorias da infraestrutura de transportes facilitaram o escoamento da produção das diversas áreas produtoras brasileiras até os mercados consumidores nacionais e internacionais. Na compreensão da atual política de transportes no Brasil, tornou-se necessária uma análise histórica do modelo de planejamento e de desenvolvimento do sistema de transporte rodoviário brasileiro.

Os investimentos na infraestrutura rodoviária buscaram a otimização dos custos com transportes para circulação de mercadorias nas áreas de grande potencialidade econômica. No programa “Brasil em Ação” o governo federal procurou investir na construção, na pavimentação, na recuperação da malha rodoviária deteriorada, na adequação de trechos rodoviários e na duplicação das rodovias de grande tráfego. CARDOSO (2017) afirma que na concepção da dinâmica das obras e o desenvolvimento das tecnologias dos serviços, identifica que o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) precisava ser revisado.

Há vários fatores colaboram para determinar até que ponto pode-se continuar uma obra durante o período de chuvas, como o tipo de solo, de tarefa, de equipamento, etc. A combinação destes fatores determina quais operações de terraplenagem são impossibilitadas de serem executadas pela ação das chuvas.

No transporte de terra com caminhões para fora de um terreno (bota-fora), o tráfego dos caminhões, principalmente nos pontos de entrada e saída dos terrenos, ocasiona muita sujeira nas ruas da rota de transporte devido ao barro (terra molhada) que adere aos pneus e se dispersam no decorrer do trajeto depositando-se nas ruas. Esta terra molhada ou barro, além de sujar as ruas diminui a aderência dos pneus favorecendo a ocorrência de acidentes de trânsito (SANTOS, LEANDRO, 2010. Online).

Como consequência a chegada no Novo SICRO, trazendo uma série de inovações. Nesse contexto o alvo do estudo está focado na expansão do Fator de Intensidade das Chuvas (Fator I_d) que em sua concepção apropriada da parcela de percentual médio de dia não trabalhável. Este (I_d) dentro do ponto de inovação o qual é o Fator de Influência de chuvas, apesar de sua notoriedade, foi apresentado nos manuais no Novo SICRO com escassez de dados para obtenção de resultados mais precisos.

Dessa forma, notou-se a imprescindível ampliação desses dados para mitigar a ausência do uso limitado o qual foi fornecido pelo manual, levando a transparência e melhoria na confecção do planejamento de obras rodoviárias.

2 PROBLEMA DA PESQUISA

No que se diz respeito a planejamento de obras rodoviárias, está bem evidente a presença com ênfase somente na parte financeira, que sua vez tem mostrado nas obras frequentemente é a violação dos cronogramas físico-financeiro, os quais em sua maioria se apresentam com prazos de execução rateados.

Um dos pontos apontados como os que afetam é o fator climático, assim como na, a presença de água maioria de obras descobertas e de terra é diretamente um agravante, a qual se dá principalmente por meio de precipitações. Uma notória percepção de onde afetam as incidências de chuvas são nas obras de terra, tanto na construção civil quanto principalmente nas obras estradais.

Assim como afirma CASTELAN (2009) no caso da obra RODOANEL onde a gestão não foi tão eficiente quanto na outra obra por diversos fatores. Um deles é que não foram levados em conta fatores externos, como chuvas, em seu planejamento já que boa parte da primeira obra é relacionada a movimentação de terras. Um exemplo seria o de uma precipitação diária acima de 5 mm começa a impor obstáculos em obras de campo, especialmente de terraplanagem.

De modo análogo, com a tentativa de se prever esta influência pluviométrica assim como intervenções climáticas as quais podem promover a dificuldade ou até inoperação dos equipamentos e serviços de mão de obra.

Figura 1 – Fluxograma da problemática



Fonte: Autor

No entanto, o Novo SICRO apresenta apenas dois dados obtidos por estações pluviométricas, para obtenção do fator de influência de chuva. O qual o manual recomenda em seu escopo o uso de dados de pelo menos três estações.

O atual sistema de gerenciamento e planejamento de custos relacionados às obras de infraestrutura se resume no seguinte questionamento: Como obter maior fidelidade dos custos perante o novo gerenciamento e planejamento em obras de infraestrutura no que se diz respeito aos dias não trabalháveis perante somente às duas estações que serão capazes de representar o impacto das chuvas nos custos de uma obra em toda a extensão territorial do Estado do Tocantins?

3 JUSTIFICATIVA

Os custos de obras são sensíveis à localização geográfica e às condições naturais, sociais, econômicas e logísticas encontradas, bem como ao próprio plano de mobilização e instalação que o construtor tenha em mente, uma vez que são dependentes de fatores locais¹ (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, 2008).

Este fato ganha especial atenção no caso de obras federais, executadas nas mais diversas regiões do país e sujeitas a todo tipo de diferenciação espacial. A demanda por um desenvolvimento econômico contínuo, eficiente e transparente no país, perante seus modais de fiscalização, requer do DNIT como um participante direto do ministério dos transportes e financiado pela federação, a elaboração de modelos que acompanhem esse desenvolvimento sendo atualizados conforme a dinâmica dos custos.

Com isso o Novo SICRO implementa um caminho, em sua metodologia, que preconiza a elaboração de projetos de obras rodoviárias com um planejamento rígido e destaque ao cronograma físico financeiro. No entanto, esse sistema apresenta em sua bagagem uma das suas inovações que é aplicada nos custos unitários de execução e alguns serviços, o Fator de Influência de Chuvas (FIC), o qual incide diretamente nos prazos e orçamento das obras.

Dessa forma é preciso um tratamento de dados das demais estações pluviométricas do Estado tocantinense, uma vez que o mesmo abrange um vasto território geográfico; pois os apresentados nos manuais não são suficientes para a execução com efetividade. Com a disponibilidade de mais fontes seria possível um projeto com maior precisão e riqueza de

¹ Nessa categoria estão incluídas a localização espacial das glebas, suas distâncias das jazidas (para obtenção de material para terraplenagem, relacionados a fatores geotécnicos), locais de bota-fora (depósitos de materiais inservíveis, relacionados a fatores ambientais), fatores climáticos que influenciam na produção e especificação dos equipamentos e as diretrizes municipais que determinam a tecnologia construtiva, os materiais a serem utilizados, os gabaritos das vias e a localização e características dos pontos de interligação das redes.

informações se enquadrando melhor no âmbito de engenharia acrescido da superioridade do recomendado pelo próprio manual sendo aceitável apenas três fontes de dados.

Uma vez que é notória a vaga extensão das rodovias onde segundo o mapa rodoviário tocantinense apresenta rodovias que se estendem do litoral nordestino passando pelo sertão até a região amazônica. Por isso a importância deste trabalho para então a mitigação desse déficit para com o Tocantins e publicação para utilização pública para consulta em que as empresas poderão fazerem uso.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Apresentar uma relação com os fatores de chuva de 122 estações pluviométricas distribuídas pelo território tocantinense que poderão ser utilizadas para cada local de implantação de uma obra.

4.2 Objetivo específico

- Selecionar entre as estações meteorológicas existentes as que trazem dados significativos para a pesquisa;
- Determinar os fatores de intensidade de chuva (Fator nd) e seu percentual médio de dias paralisados para cada uma das 122 estações meteorológicas em operação no estado do Tocantins;
- Propor para o DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes para que sejam utilizados o fator nd das estações mais representativas do local onde a obra será executada;
- Demonstrar se a utilização de duas estações são capazes de representar de forma única as regiões com distribuição desigual de chuvas.

5 REVISÃO DE LITERATURA

Dado a situação histórica econômica sempre na necessidade de criar um ambiente prospero para com o desenvolvimento do país, contudo, estão presentes os gargalos na infraestrutura ainda é de se preocupar tanto à sociedade, quanto aos investidores exteriores e ao governo.

Nesta visão, é notória a incumbência do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em suplementar a política de Infraestrutura do Sistema Federal de Viação, por meio da ampliação, da manutenção e da integração dos sistemas modais existentes no Brasil.

5.1 Quem é o DNIT?

Pelo próprio endereço online encontra-se as definições de que o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) onde diz que é uma autarquia federal vinculada ao Ministério dos Transportes, criada pela lei 10.233, de 5 de junho de 2001. A legislação reestruturou o sistema de transportes rodoviário, aquaviário e ferroviário do Brasil, extinguindo o antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). A sede do DNIT é em Brasília, no Distrito Federal. Atualmente, possui 25 unidades administrativas regionais – as superintendências – e 8 administrações hidroviárias. Com a legislação atualizada, o DNIT uma vez sucedido o ex-DNER, as incumbências passaram por alteração, deixando de fazer as obras na forma direta para contratar por meio de licitação as empresas de iniciativa privada. Tais modificações de separação pretendem garantir qualidade superior na prestação dos serviços em uma estrutura mais compacta. Recentemente, o Programa de Aceleração do Crescimento é a prioridade na executiva do DNIT, objetivando o crescimento econômico do país, abrangendo grupo de políticas públicas planejadas, como o princípio em áreas como transporte, habitação, recursos hídricos, energia e saneamento, assumindo um orçamento anual aproximadamente de treze milhões.

Dado ao estrondoso valor mencionado e adquirindo a missão de produzir expandir estatísticas e pesquisas econômicas de alta qualidade, que sejam interessantes para o aperfeiçoamento das políticas e da ação privada brasileira, estimulando o aprimoramento financeiro e a qualidade de vida social do Brasil.

Adotando o descrito como missão, o país celebra de sistemas de custos referenciais, os quais apresentam principais objetivos de ampliar os atributos do processo, tais como tecnicidade, experiência e transparência levando a consequente economia. Agindo por divulgações periódicas demonstrando composições insumos e preços de referência às particularidades de cada projeto, trabalhando para reajuste de tarifas contando com fórmulas paramétricas. Abrangendo a redução dos questionamentos de preços e tarifas (TCU), percepção do risco e incidência de desequilíbrios contratuais durante a concessão.

5.2 O que é o SICRO?

“O sistema não é uma simples tabela de preços, mas um levantamento que traz um conjunto de variáveis. Essa pesquisa tem uma metodologia de formação de preços que considera a grande variação regional e temporal desses valores, em função da disponibilidade dos insumos e das distâncias dos centros de produção, além de fatores econômicos como a demanda gerada pelo nível de investimento em obras da região.” (FASCIO, 2016, Online).

Por essa metodologia, o DNIT pesquisa nas capitais do país o preço dos insumos utilizados nas obras. Não é possível fazer uma simples comparação entre uma coleta específica com o resultado final de todas as 20 mil amostras, feitas em todos os estados da Federação pelo DNIT, ressalta-se que parte dos insumos, enquadra-se nas faixas de valores pesquisados pelo SICRO, em determinado estado, demonstrando a coesão da pesquisa.

A consideração de preços isolados, não pode ser indicadora de superfaturamento ou sobrepreço, uma vez que o menor preço do serviço é o resultado do binômio preço do insumo somados com o custo de transporte, pois o custo do transporte pode muitas vezes superar o preço do insumo. A respeito da citação do sobrepreço do asfalto, outro insumo preponderante nas obras do DNIT, que tem um único fornecedor - a Petrobras, esclarecemos que seu preço, por força de acordo com o Tribunal de Contas da União - TCU, é definido pela Agência Nacional de Petróleo – ANP, em decorrência do monitoramento da totalidade das operações de compra e venda desse produto no País. (DNIT, 2011)

Tal referente SICRO possui um histórico de preços abrangente dando início em 1946 com a implantação das primeiras tabelas de preços do DNER que então em 1963 o lançamento Tabela Geral de Preços seguidos do lançamento do Manual de Composições de Custos Rodoviários em 1972 e atualizada em 1980.

A confirmação no aprimoramento de seus sistemas referenciais de custos tem-se, em maior parte, ao acolhimento dos técnicos em incorporar ao seu trabalho as mais modernas tecnologias disponíveis na época. A estimativa dos custos por meio de composições de custos de serviços era total inovação no país na década de 1970. Este procedimento constitui um exemplar notório das novidades introduzidas pelos engenheiros de custos em primícias do extinto DNER segundo o Mestre Engenheiro Luiz Heleno Albuquerque filho (2017) no Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, Volume 01.

Os custos de obras são sensíveis à localização geográfica e às condições naturais, sociais, econômicas e logísticas encontradas; bem como ao próprio plano de mobilização e instalação que o construtor tenha em mente. Este fato ganha espaço no caso de obras federais, executadas nas mais diversas regiões do país e sujeitas a todo tipo de diferenciação espacial.

Dessa forma, uma mesma tabela de preços não poderia ser adequada para a preparação de orçamentos que refletissem, com precisão, os custos a serem incorridos em todos os casos. Para isso, seria necessário que o sistema de custos avançasse mais um passo e adentrasse a etapa de elaboração dos orçamentos na fase dos projetos, gerando, para isso, custos unitários específicos para cada obra. Com o advento da estabilização monetária, em meados da década de 1990, e a maior integração da economia aos mercados externos, tornou-se extremamente oportuna uma revisão do Manual de Custos Rodoviários do DNER.

Tais acontecimentos, por si só, alteraram o comportamento de projetistas, construtores, fornecedores e empresários, e consequentemente modificaram o conceito associado à formação dos custos de referência de suas respectivas atividades. (Id., 2017, p.3)

Perante as análises houve uma Organização da Gerência de Custos Rodoviários em 1992, no mesmo ano lançado o então SICRO 1, no qual seis anos após refeita sua revisão devido aos quesitos apontados acima somados com a evolução no setor da construção, juntamente com a área da informática e modernização e equipamentos, sem contar na evolução técnico-administrativa.

Portanto:

“A ocorrência destes acontecimentos deixava clara a necessidade de um novo sistema de custos rodoviários, o que ocorreu no ano 2000, com a implantação do vigente Sistema de Custos de Obras Rodoviárias - SICRO 2. Desde a implantação do SICRO 2, os desafios da área de custos do DNIT tornaram-se ainda maiores. O desenvolvimento direto de anteprojetos e projetos, a execução regular de obras dos modais hidroviário e ferroviário, o significativo incremento de recursos financeiros dos últimos anos para realização de obras de infraestrutura e a acelerada evolução tecnológica de equipamentos e soluções de engenharia reforçaram a necessidade de

um sistema de custos mais completo.” (Neto, P. M. et al, 2017. Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, Volume 01).

Passados três anos a publicação do Manual de Custos Rodoviários, no ano de 2006, foi então somente o início à formulação do novo Sistema de Custos Referenciais de Obras, chamado Sistemas de Custos de Infraestrutura de Transportes (SINCTRAN) e SICRO 3.

Então o Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT), revisou seu Sistema de Custos Referencial de obras (SICRO) o que resultou no lançamento do Novo SICRO.

Consta na consulta pública divulgada de Silvio Mourão (2008), Coordenador Geral de Custos de Infraestrutura, que poderia ser considerado uma terceira versão do SICRO. Promovido pela Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura – CGCIT do DNIT e o Centro de Excelência em Engenharia de Transportes – CENTRAN desenvolveu o projeto do Sistema Nacional de Custos de Infraestrutura – SINTRAN em parceria com o Ministério da Defesa e o dos Transportes, que novo sistema contou com a colaboração de técnicos do DNIT e do Exército brasileiro, somando consultores especializados na área. No manual de custos de infraestrutura de transportes, onde se tem o embasamento do sistema de custos referenciais, fortaleceu as premissas do SICRO 2, objetivando de maneira transparente o custo direto dos serviços ao adotar o custo unitário para todos os itens de uma mesma composição, reposicionou itens secundários, no qual no SICRO 2 eram atrelados às composições principais e acolheu recomendações do Tribunal de Contas da União – TCU.

Segundo Luiz Heleno (2017) do decorrer da formulação do novo SICRO, antigos SINCTRAN e SICRO 3, com uma duração de 2007 a 2011, notou-se que apresentava inconsistências metodológicas que impediam a implantação imediata, que por sua vez também não possuía convergência metodológica com o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil – SINAP, sob a responsabilidade da Caixa Econômica Federal – CEF e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Tabela 1 - Evolução dos sistemas de custos do extinto DNER e do DNIT

Ano	Principais Marcos Históricos
1946	Início da elaboração das primeiras tabelas de preços referenciais
1963	Implantação da Tabela Geral de Preços
1972	Lançamento do Manual de Composições de Custos Rodoviários
1980	Atualização e complementação do Manual de Composições de Custos Rodoviários
1982	Início da utilização da Tabela UNAS - Unidade Assessorial/DG, com pesquisa de preços realizada apenas no município do Rio de Janeiro - RJ
1990	Desativação da Tabela UNAS
1992	Organização da Gerência de Custos Rodoviários - GEC
	Criação e lançamento do SICRO 1 - Sistema de Custos Rodoviários
	Início da expansão da pesquisa de preços para outros estados
1993	Regionalização da pesquisa de preços do SICRO 1
1998	Lançamento do SICRO 2 - Sistema de Custos Rodoviários
2000	Implantação do SICRO 2
2003	Publicação do Manual de Custos Rodoviários do SICRO 2
	Criação da Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes
2006	Início do Projeto SINCTTRAN (Termo de Cooperação celebrado com o Centro de Excelência em Engenharia de Transportes - CENTRAN / Departamento de Engenharia de Construção do Exército Brasileiro - DEC/EB)
2011	Término do Termo de Cooperação com o DEC/EB
2012	Contratação da Fundação Getúlio Vargas para revisão do SICRO e realização da pesquisa nacional de preços de insumos
2013	Divulgação das tabelas de preços do SICRO 2 para todas as unidades da federação
2014	Instauração da Câmara Técnica do SICRO
2015	Criação das Coordenações Setoriais de Custos Referenciais - CCR, de Preços Novos - CPN e de Orçamentos de Infraestrutura - COI
2017	Implantação do SICRO

Fonte: DNIT (2017)

5.3 Novo SICRO

Transcorrida quase uma década após a homologação do SICRO 2, o projeto contou desde o seu início com a participação relevante de muitos e atores cruciais, tais como, órgãos de controle, associações de classe, universidades, centros e fundações de pesquisa. Estas discussões resultaram em um sistema mais robusto e com relevantes inovações metodológicas, principalmente na definição de custos referenciais de instalação e manutenção de canteiros, de mobilização e desmobilização, de mão de obra, de administração local, de aquisição e transporte de materiais asfálticos, entre outras.

Dessa forma, considerando a dinâmica das obras de infraestrutura de transportes e o desenvolvimento de tecnologias e serviços, mostra-se altamente recomendável que o SICRO possa ser revisado e atualizado continuamente. (CARDOSO, Caio S. et al, 2017)

Em meados de 2012 o DNIT contou com a contratação da Fundação Getúlio Vargas (FVG) para execução de Serviços Técnicos Especializados referentes à Análise, Revisão, Criação e Manutenção de Composições de preços unitários e a respectiva Implantação e Operação do Novo Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), realização de Pesquisa Nacional de Insumos em todas as unidades da Federação, Apoio Técnico à Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes e Desenvolvimento de Estudos e pesquisas na área de Custos por meio licitatório sob a fiscalização direta de Luiz Heleno Albuquerque Filho.

Para o servidor Roni Santos, da Superintendência Regional do DNIT em Fortaleza, a organização das informações é um dos passos fundamentais para agilizar e melhorar as rotinas produtivas na autarquia. Pensando nisso, ele elaborou uma ferramenta para facilitar o processo de pesquisa de preços realizado regularmente nas superintendências do DNIT.

A elaboração do programa está em uso pelos servidores da Superintendência desde meados de 2012. A ideia veio da percepção de que a autarquia tem muitos processos de trabalho, mas carecia de uma ferramenta de banco de dados. “Quando você não tem um vínculo entre os dados, não consegue gerenciar. Agora, o chefe acompanha todo o trabalho em tempo real”. (SANTOS, R.,2012)

A automatização do processo de consulta de preços de fornecedores, por meio do envio de consultas padronizadas por e-mail e FAX, garantiu agilidade à pesquisa. Com alguns cliques, é possível contatar dezenas de fornecedores, processo que antes consumia horas e poderia estar sujeito a eventuais falhas por ser feito manualmente. Além disso, o programa auxilia na organização e no acompanhamento de tarefas, por meio de checklists vinculados a

um cronograma de trabalho. Dessa maneira, nenhuma ação fica esquecida ou atrasada, pois os usuários são lembrados permanentemente do que ainda está por fazer.

Santos mentaliza o aprimoramento do programa, e esteve no Distrito Federal para apresentá-lo à Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. Em junho, a CGCIT celebrou contrato com a Fundação Getúlio Vargas para análise, revisão, criação e manutenção das composições de custos para a operação no novo Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO). Avaliada em R\$ 79,8 milhões e com duração de três anos, a parceria dará agilidade na atualização do SICRO, o que permitirá mais rapidez e transparência nas contratações de obras rodoviárias, ferroviárias e aquaviárias. Outra vantagem é o acompanhamento da evolução tecnológica do setor, que permitirá a atualização dos coeficientes de produtividade das composições de custos.

E em 2015 contratada novamente no âmbito de Serviços técnicos especializados referente à manutenção e criação de composições de custos unitários do SICRO, à realização de pesquisa nacional de insumos, à revisão e cálculo dos índices de reajustes de obras em todos os modais.

Além de ajudar nas composições de orçamentos, o estudo do conceito de banco de dados está em uso na SR/CE também na elaboração da folha de ponto de todos os funcionários. Ao aliar dados funcionais dos servidores e um calendário, outro programa c=meses. Mais uma vez, o sistema permite agilidade e eliminação de eventuais falhas que podem ocorrer no processo manual.

A Fundação Getúlio Vargas (FGV) foi parceira da Autarquia na elaboração deste novo sistema. “Ele nasce com o DNA da modernidade tecnológica, transparência e economicidade, conceitos fundamentais na contratação pública e na fiscalização pelos órgãos de controle”, explicou o diretor do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (IBRE/FGV), Luiz Guilherme Schymura. (ASCOM/DNIT. 2017)

“A FGV cumpre seu objetivo, ao fornecer a base teórica, prática e conhecimentos acumulados em mais de sessenta anos de tradição executando o projeto com a excelência, rigor técnico e pontualidade característicos da instituição”, assim diz Schymura, L. G..2017 id.

O novo SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras será a base para elaboração de todos os orçamentos dos projetos de infraestrutura de transporte do Governo Federal. Com a participação da Fundação Getúlio Vargas, o Sistema ganha agilidade na sua atualização, o que permitirá maior rapidez e transparência nas contratações de obras rodoviárias, ferroviárias e aquaviárias. Outra vantagem é o acompanhamento da evolução

tecnológica do setor, que permitirá a atualização dos coeficientes de produtividade das composições de custos.

Além disso, todas as instituições estaduais da área poderão se valer do novo sistema para elaboração de seus projetos de obras. Os primeiros resultados do trabalho iniciado há um mês serão disponibilizados no site do DNIT a partir do próximo ano, tendo como ações prioritárias o atendimento das recomendações do TCU.

Fraxe, J. 2012, na sede do DNIT Diretor Geral do DNIT diz: O trabalho árduo a ser realizado com esta importante parceria gera uma expectativa muito grande e positiva para nós do DNIT.

O evento contou ainda com a participação de representantes do TCU - Tribunal de Contas da União e da CGU - Controladoria Geral da União.

Na visão de Marcelo Eira (2012) – Secretário Adjunto de Planejamento e Procedimentos do TCU, “a parceria entre a FGV e o DNIT significa mais um marco na história da moralização na realização de obras públicas em todo o país”. Segundo ele, o resultado de estudos deste tipo é um processo sem volta. “É bom que isso aconteça no momento que o país incrementa o processo de realização de obras públicas”, comentou.

Na Cronologia 2014 veio a criação da Câmara Técnica do novo SICRO composta por representantes do DNIT, da associação das empresas de construção do setor de infraestrutura de transportes e que tenham atuação em âmbito nacional – ANEOR, de associação do setor de consultoria de engenharia (gerenciamento, projeto e supervisão) e eu tenha atuação em âmbito nacional – ABCE; considerando como observações permanentes os membros da CGU, do Ministério Público Federal, da Polícia Federal e observadores de associações e sindicatos afetos ao tema.

Confirma o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (2017) dizendo:

“A criação da Câmara Técnica do SICRO, constituída por representantes do mercado de execução de obras e de engenharia consultiva, além de observadores de outros segmentos do controle e da área de custos, atende exatamente ao objetivo de garantir atualidade e revisão contínua ao sistema de custos implantado.”

Em Dezembro do ano seguinte (2015) a Abril de 2016 foi aberto o período de consulta pública ao novo SICRO, por um total de 120 dias, após duas solicitações de aumento de prazo. Obtendo um volume de 61 protocolos compostos por 34 pessoas jurídicas e 27 pessoas físicas. Além de 457 apontamentos sendo estes 318 de discussões metodológicas, 60 de erros considerados materiais 45 de sugestões e colaborações, 26 de dúvidas e 8 de demais questões.

Porém, houve 307 apontamentos classificados como procedentes, 135 como improcedentes e 15 como indefinidos.

No mesmo ano do final da consulta pública em Maio a Abril de 2017 consolidou-se os apontamentos e sugestões da referente consulta, das discussões da Câmara Técnica e do relatório de auditoria da CGU. Para o tratamento, classificação e apresentação executada pela contratada FGV dos 457 apontamentos advindos da consultoria pública. Feitas 8 reuniões da Câmara Técnica para tratar das questões abrangentes aos apontamentos da consulta pública, além de visitas técnicas motivadas pelos representantes da Câmara Técnica e de reuniões técnicas com outras organizações para tratar de questões envolvidas ao novo SICRO, como órgãos da Administração Pública como Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; Ministério da Integração Nacional; VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias; Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT); Empresa de Planejamento e Logística (EPL) e a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO).

Em Abril de 2017 obteve-se a aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT e implantação do novo SICRO. Este é utilizado para a elaboração de orçamento de projetos de infraestrutura de transportes. “A nova versão deste Sistema amplia composições de custo para obras rodoviárias e inclui composições para obras ferroviárias e aquaviárias”, esclareceu Luiz Heleno (2016). Tomando ciência de que o Decreto 78993/2013, isolou ações do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, o tornando de caráter obrigatório onde se tratar de transferências de recursos públicos em razão de contratos de obras de infraestrutura com a administração pública.

“Temos multimodalidade (rodoviário, ferroviário e aquaviário) para cuidar e o equilíbrio dela é importante porque traz competitividade para o país. O novo SICRO compreende esses três modelos. Entendemos que ele trará benefícios enormes para o DNIT e para a Administração Pública” Casimiro, Valter. Diretor-geral do DNIT. (ASCOM/DNIT. 2017)

“Ele possui como uma das principais marcas trazer mais qualidade ao orçamento público e acelerar a elaboração de orçamentos. Só o DNIT tem cerca de R\$ 40 bilhões em contratos construídos sobre a base do sistema, e que o know-how e as constantes revisões e atualizações são suficientes para despertar o interesse por sua utilização”, ressalta Luiz Heleno a sofisticação presente na nova versão. (id. 2017)

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes constitui a síntese de todo o desenvolvimento técnico das áreas de custos do extinto DNER e do DNIT na formação de preços referenciais de obras públicas.

Em consonância à história destes solenes órgãos, o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes abrange o conhecimento e a experiência acumulados desde a edição das primeiras tabelas referenciais de preços, passando pelo pioneirismo na conceituação e aplicação das composições de custos, até as mais recentes diferenciações de serviços e modais de transportes, particularmente no que se refere às composições de custos de serviços ferroviários e hidroviários.

O Novo SICRO traz em seus por menores um aglomerado de 74 volumes. Divididos os quais em 31 manuais técnicos, 37 de composições de custos e 6 de produções de equipes mecânicas.

Ainda juntamente com 1087 produções de equipes mecânicas e apresentando um total de 6060 composições de custo, assumindo a divisão nas frentes de serviços de obras rodoviárias, sendo:

- ❖ 2.012 de drenagem e obras de correntes;
- ❖ 893 de hidrovias (dragagem, derrocagem e molhes);
- ❖ 612 de obras de arte especiais;
- ❖ 448 de sinalização rodoviária;
- ❖ 352 de superestrutura ferroviária;
- ❖ 279 de terraplenagem;
- ❖ 231 de pavimentação rodoviária;
- ❖ 121 de manutenção rodoviária;
- ❖ 62 de túneis;

Possuindo sua estrutura 12 volumes de manuais de custos, classificados em:

- ❖ Volume 01 - Metodologia e Conceitos
- ❖ Volume 02 - Pesquisa de Preços
- ❖ Volume 03 - Equipamentos
- ❖ Volume 04 - Mão de Obra
 - Tomo 01 - Parâmetros do CAGED
 - Tomo 02 - Encargos Sociais
 - Tomo 03 - Encargos Complementares
 - Tomo 04 - Consolidação dos Custos de Mão de Obra
- ❖ Volume 05 – Materiais

- ❖ Volume 06 - Fator de Influência de Chuvas
 - Tomo 01 - Índices Pluviométricos - Região Norte
 - Tomo 02 - Índices Pluviométricos - Região Nordeste
 - Tomo 03 - Índices Pluviométricos - Região Centro-Oeste
 - Tomo 04 - Índices Pluviométricos - Região Sudeste
 - Tomo 05 - Índices Pluviométricos - Região Sul
- ❖ Volume 07 - Canteiros de Obras
 - Tomo 01 - Módulos Básicos e Projetos Tipo (A3)
- ❖ Volume 08 - Administração Local
- ❖ Volume 09 - Mobilização e Desmobilização
- ❖ Volume 10 - Manuais Técnicos
 - Conteúdo 01 - Terraplenagem
 - Conteúdo 02 - Pavimentação e Usinagem
 - Conteúdo 03 - Sinalização Rodoviária
 - Conteúdo 04 - Concretos, Agregados, Armações, Fôrmas e Escoramentos
 - Conteúdo 05 - Drenagem e Obras de Arte Correntes
 - Conteúdo 06 - Fundações e Contenções
 - Conteúdo 07 - Obras de Arte Especiais
 - Conteúdo 08 - Manutenção e Conservação Rodoviária
- ❖ Volume 10 - Manuais Técnicos
 - Conteúdo 09 - Ferrovias
 - Conteúdo 10 – Hidrovias
 - Conteúdo 11 - Transportes
 - Conteúdo 12 - Obras Complementares e Proteção Ambiental
- ❖ Volume 11 - Composições de Custos
- ❖ Volume 12 - Produções de Equipes Mecânicas

Tendo assim o conjunto necessário para a divulgação das tabelas de custos nas unidades de federação, contando com os relatórios:

- ❖ Sintético das composições de custos;
- ❖ Analítico das composições de custos;
- ❖ Pesquisa de custos de materiais;

- ❖ Pesquisa de custos de equipamentos;
- ❖ Pesquisa dos salários da mão de obra direta e da administração local, na condição onerada e desonerada;
- ❖ Com custos horários dos equipamentos;
- ❖ Encargos das categorias profissionais.

Fechando assim toda a metodologia orçamentária de composições e de produção do novo sistema. Tendo em vista cada volume e seus componentes, explicando de forma detalhada e ilustrativa como se dará toda metodologia e o mecanismo para a formulação de como se deve seguir a construção da requerente obra. Mantendo em sua essência a do seu objetivo o qual é padronizar os custos de forma a menos oneroso possível e transforma o corpo do orçamento do projeto seja feito de forma planejada. O qual é o motivo central deste trabalho, evidenciando uma parte de uma das muitas inovações que traz este novo sistema de custos.

5.3.1 Inovações Metodológicas compostas pelo NOVO SICRO

Inovações relevantes no Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes referem-se à metodologia para definição de custos de referência de canteiros de obras e de administração local e à diferenciação das taxas referenciais de bonificação e despesas indiretas em função da natureza e do porte das obras. Também merece registro a proposição de novas metodologias para o cálculo dos custos horários dos equipamentos e da mão de obra e para definição dos custos de referência para aquisição e transporte de produtos asfálticos, traz o Volume 6 do Manual.

Na ambição de economia, eficiência e total transparência, o Novo SICRO trouxe em sua bagagem novos componentes em sua metodologia orçamentária. Em mente toda a experiência e tentativa de progresso ainda mostra em seu conteúdo pontos que sobressaem o SICRO 2 das quais evidenciam no Novo SICRO são:

- ❖ Adequação de Preços em Função do Fator de Influência de Chuvas – FIC;
- ❖ Adequação de Preços em Função do Fator de Interferência do Tráfego – FIT;
- ❖ Alteração da Metodologia de Cálculo do Custo Horário dos Equipamentos;
- ❖ Alteração da Metodologia para Definição dos Custos de Referência dos Insumos da Pesquisa de Preços;
- ❖ Alteração das Velocidades Médias para Transportes Cíclicos;
- ❖ Criação de Composições de Custos de Carga, Descarga e Manobras;
- ❖ Criação de Composições de Custos de Transporte Fluvial;

- ❖ Criação de Composições de Custos para a Abertura e Manutenção de Caminhos de Serviços;
- ❖ Diferenciação da Parcela de Bonificação e Despesas Indiretas;
- ❖ Eliminação da Diferenciação de Transporte Local e Comercial;
- ❖ Eliminação da Distinção entre Composições de Custos Comuns de Construção e Restauração;
- ❖ Eliminação da Generalização de Atividades;
- ❖ Eliminação de Custos Indiretos das Composições de Custos;
- ❖ Implantação da Nova Metodologia para Definição dos Custos de Referência da Mão de Obra;
- ❖ Inclusão de Composições de Custos dos Modais Ferroviário e Aquaviário;
- ❖ Manutenção de Composições de Custos Horárias / Unitárias;
- ❖ Nova Metodologia para Definição dos Custos de Referência da Administração Local;
- ❖ Nova Metodologia para Definição dos Custos de Referência dos Canteiros de Obras;
- ❖ Nova Metodologia para Definição dos Custos de Referência para Aquisição e Transporte de Materiais Betuminosos.

No presente trabalho levará em consideração o estudo e aprofundamento de uma dessas inovações, a adequação de preços em função do Fator de Influência de Chuvas – FIC. Dentro deste novo componente, que até então não era considerado no planejamento de obras rodoviárias em fase orçamentária, portanto não presente nas demais versões do SICRO.

Uma vez-que, normalmente as empresas planejam suas obras para serem executadas considerando adversas ocasiões, de forma a custear categoricamente o mínimo possível sem que haja a minoração da qualidade e, em como consequência, não adentraria ao acréscimo do custo previsto por ocasião da confecção do orçamento da obra. Assim, os mesmos já estariam incluídos nos preços dos serviços propostos em seu valor unitário de composição. Contudo, as situações climáticas nem sempre ocorrem de acordo com o que se espera, tornando-as meio que imprevisíveis, e nos casos excepcionais podem se responsabilizar por transtornos notórios.

5.4 Impacto das chuvas em obras de engenharia

5.4.1 Onde afetam?

Uma notória percepção de onde afetam as incidências de chuvas são nas obras de terra, tanto na construção civil quanto principalmente nas obras estradais. Assim como afirma Castelan (2009) no caso da obra RODOANEL onde a gestão não foi tão eficiente quanto na outra obra por diversos fatores. Um deles é que não foram levados em conta fatores externos, como chuvas, em seu planejamento já que boa parte da primeira obra é relacionada a movimentação de terras. Um exemplo seria o de uma precipitação diária acima de 5 mm começa a impor obstáculos em obras de campo, especialmente de terraplanagem.

Dentre os malefícios estão o alagamento de frentes de serviço, a saturação do solo, a resistência ao rolamento de equipamentos em terrenos enlameados, o retrabalho de atividades já concluídas e a improdutividade que a retomada dos serviços acarreta. Os trabalhos de terraplanagem são os mais afetados pelas condições climáticas. Numa obra predial, por exemplo, a maior parte dos trabalhos ocorre internamente, ao abrigo da chuva, embora umidades elevadas possam atrapalhar alguns serviços. Frequentemente as condições atmosféricas não são levadas em consideração da forma correta. É comum vermos cronogramas com produções nos meses secos iguais às atribuídas nos meses chuvosos, com resultado quase sempre de atraso no planejamento (não porque as equipes tenham produzido pouco, mas porque o planejamento não refletiu o ambiente de execução das atividades). Analisando-se a intensidade e o momento de ocorrência das chuvas, percebe-se que há precipitações que não interferem em nada, outras que paralisam todo um dia da obra, outras ainda que impossibilitam o trabalho até mesmo no dia seguinte.

As obras de construção de rodovias são extremamente afetadas pelas condições climáticas. Nas regiões de clima tropical, as estações chuvosas representam um fator extremamente negativo na produtividade dos equipamentos e no ritmo de desenvolvimento da obra, que se reflete no custo dos Serviços executados (ISFRÁN, 2001, apud PIRES, 2007, p. 22).

5.4.2 Planejamento

As chuvas são consideradas fator de extrema problemática para o cumprimento dos prazos de execução de um empreendimento e para lidar com elas não há segredo, é preciso planejamento (MIR, Apud Coelho, D. M. et al, 2011). Ou seja, na engenharia em quesitos de obras devem ter um controle fático e um alto gerenciamento para se promover um efetivo planejamento para que assim conceda o objetivo real de engenharia nos empreendimentos e construções.

No planejamento se consolidará os conceitos e levantamentos dos fatores preponderantes para a execução do projeto visando a missão da engenharia a qual é principalmente buscando a visão de economia e de tempo gastos. Notoriamente a incidências de chuvas é um destes fatores podendo, em casos extraordinários, até o comprometimento do investimento. Sem contar ainda com os possíveis atrasos no quais a precipitação venha a acarretar.

A Lei 8.666/1993 trata o atraso injustificado para com a efetivação dos serviços do contrato sob pena de multa de mora, conforme previsto na instrumentação convocatória ou no contrato propriamente dito em seu Art 86 da referente lei. Há inúmeras causas para atrasos em obras públicas, em que citamos situações de caso fortuito, força maior, greve, atraso no pagamento pelo Estado, falta de planejamento da contratada, falta de efetivo suficiente, excesso de chuva, entre outras.

“Para o cálculo de quantos equipamentos e equipes mobilizar para a obra, o primeiro passo é estimar a quantidade de dias de cada mês que serão praticáveis, isto é, disponíveis para aquele determinado tipo de serviço a ser executado. De nada adianta o engenheiro admitir que trabalhará 26 dias por mês (30 dias menos quatro domingos) se é quase certo que a praticabilidade será menor.

O critério para determinação da quantidade de dias praticáveis é subjetivo, mas a experiência e dados históricos de obras passadas ajudam bastante nessa empreitada. Eu já vi várias abordagens, que dependem da tarimba do planejador, do conhecimento dos dados pluviométricos da região, do tipo de serviço e do estágio do planejamento (plano inicial ou cronograma detalhado). O importante é, como eu sempre digo, seguir uma linha de raciocínio lógica e defensável” diz MATTOS (2015).

Em entrevista com a revista *Téchne* (Ed. 161, 2010), Sérgio Roberto Cirne de Toledo engenheiro da Divisão de Hidrologia do CTH/DAEE (Centro de Tecnologia Hidráulica do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo) diz:

É preferível não se limitar, ao planejar a execução de uma obra, apenas adotar procedimentos baseados na experiência própria, obtida na execução de obras semelhantes, ou na experiência de outros colegas, em obras realizadas com sucesso. É indispensável analisar os dados das séries históricas, para adotar as medidas mais eficazes e para determinar os cronogramas de execução mais realistas, baseados em estimativas feitas a partir dos dados registrados.

5.5 Ciclo hidrológico

Para se entender melhor a precipitação, precisa-se partir do ciclo que envolve o referido recurso hídrico. Afirma Tucci (2009), o intercâmbio entre as circulações da superfície terrestre e da atmosfera, fechando o ciclo hidrológico, ocorre em dois sentidos: a) no sentido superfície-atmosfera, onde o fluxo de água ocorre fundamentalmente na forma de vapor, como decorrência dos fenômenos de evaporação e de transpiração, este último um fenômeno biológico; b) no sentido atmosfera-superfície, onde a transferência de água ocorre em qualquer estado físico, sendo mais significativas, em termos mundiais, as precipitações de chuva e neve.

A início pode ser partido pela presença de vapor de água na atmosfera. Tal vapor, em certas ocasiões passa pela fase de condensação formando nuvens. Por esse motivo graças à dinâmica atmosférica das massas de ar ocorre a precipitação (chuva). Na fase a caminho até a superfície também está sujeita à evaporação. A parcela que atinge o solo, diretamente, por fluxo de tronco ou por “reprecipitação” a partir da vegetação, infiltra-se no solo até que a superfície deste sature de água. Quando atingida esta saturação superficial do solo, ou se a intensidade da chuva for maior que a capacidade de infiltração da água no solo, inicia-se o escoamento superficial, que é impulsionado pela gravidade. Do volume que atinge o solo, parte é infiltrada, parte é escoada sobre a superfície e parte é evapotranspirada.

Figura 2 – Esquema do ciclo hidrológico



Fonte: USGS United States Geological Survey (traduzido)

O ciclo hidrológico só é fechado em nível global, os volumes evaporados em um determinado local do planeta não precipitam necessariamente no mesmo local, porque há movimentos contínuos, com dinâmicas diferentes na atmosfera e também na superfície terrestre. À medida que se considere áreas menores de drenagem, como por exemplo, uma bacia hidrográfica, o ciclo hidrológico fica mais caracterizado como um ciclo aberto ao nível local (id, 2009).

5.6 Bacia hidrográfica

Com ressalva Segundo Tucci (2009), uma bacia hidrográfica é composta basicamente por superfícies vertentes e uma rede de drenagem formada por cursos de água que ao se aproximarem do exutório se unem formando um só leito. A água da precipitação, ao entrar em contato com o solo tende a infiltrar-se, porem com o passar do tempo, o solo fica saturado e tem-se início o escoamento superficial, conduzindo a água até o leito do curso d'água mais próximo. Tem-se ainda que os pontos mais altos do relevo definem a área de influência de uma bacia, já que os rios não são capazes de transpô-los, assim sendo considerados como divisores d'água; já os pontos mais baixos são chamados de fundos de vale.

“As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Para definir sua área os autores utilizam de diferentes unidades de medida. Para FAUSTINO (1996), as sub-bacias possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km²; já para MARTINS et al. (2005) são áreas entre 20.000 ha e 30.000 ha (200 km² a 300 km²)” Apud BIER, F. B.. SANTANA (2003)

Ainda comenta que as bacias hidrográficas podem ser repartidas em quantas partes de quaisquer sub-bacias, dependendo exutório considerado ao longo do seu eixo tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia.

Por fim, segundo TEODORO et al. (2007) foi descrito a micro bacia equiparada à uma sub bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima (máximo varia entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km² a 200 km²).

5.7 Dados hidrológicos

Para TUCCI (2009), a água constitui um patrimônio da humanidade e precisa ser gerenciada e protegida da melhor maneira possível. Isto é possível através do conhecimento dos recursos hídricos, não só a um dado instante, mas ao longo do tempo e com a maior duração possível. Os dados hidrológicos são um conjunto de séries de dados históricos de interesse para a hidrologia. São dados hidrológicos: dados fluviométricos e informações meteorológicas como: temperatura, pressão, umidade do ar e precipitação.

A análise de dados hidrológicos consiste na realização de um estudo estatístico dos dados de precipitação e vazão. Este estudo tem como objetivo de melhorar a confiabilidade nos dados de disponibilidade hídrica de uma região, por exemplo: identificação de eventos extremos, frequência de determinadas chuvas, identificação dos períodos de cheias e de secas, etc.

Como resultado dessas análises será possível realizar projetos mais confiáveis na área de engenharia, planos de manejo, planos de desenvolvimento da região, planos de gerenciamento das bacias hidrográficas, entre outros, principalmente na execução de medidas mitigadoras dos danos provocados pelas inundações como, por exemplo: projetos de sistemas de drenagem urbana e agrícola e instalação de sistemas de alerta e obras rodoviárias.

Através da implantação da rede de estações, são feitas as coletas e transmissões de dados hidrometeorológicos, onde algumas pessoas e/ou equipamentos ficam responsáveis por registrar e transmitir esses dados aos centros de recepção, onde são armazenados e disponibilizados aos interessados.

5.8 Precipitação

Segundo PEDRAZZI (2004), precipitação é a água proveniente do vapor d'água da atmosfera, que chega à superfície terrestre, sob a forma de: chuva, granizo, neve, orvalho, etc. E no Brasil, de acordo com suas condições climáticas a chuva é a mais significativa em termos de frequência e volume.

TUCCI (1997) diz, a formação da precipitação segue o seguinte processo: o ar úmido das camadas baixas da atmosfera é aquecido por condução, torna-se mais leve que o ar das vizinhanças e sofre uma ascensão adiabática. Essa ascensão do ar provoca um resfriamento que pode fazê-lo atingir o seu ponto de saturação. A partir desse nível, há condensação do vapor d'água em forma de minúsculas gotas que são mantidas em suspensão, como nuvens ou nevoeiros. Essas gotas não possuem ainda massa suficiente para vencer a resistência do ar, sendo, portanto, mantidas em suspensão, até que, por um processo de crescimento, ela atinja tamanho suficiente para precipitar.

As chuvas são classificadas de acordo com as condições em que ocorre a ascensão da massa de ar (TUCCI, 1997 apud Alves, A. 2004):

- Chuvas frontais: originadas pelo avanço de “frentes”;
- Chuvas orográficas: provocadas por barreiras topográficas (por exemplo: montanhas);
- Chuvas convectivas (“chuvas de verão”): provocada pelo forte aquecimento de camadas próximas a superfície da terra, resultando numa rápida subida do ar aquecido, consequentemente tem-se um rápido resfriamento da massa de ar que condensa-se quase que instantaneamente.

As chuvas convectivas por serem de curta duração e de grande intensidade causam grandes picos no escoamento. Esse tipo é o de maior interesse para projetos de obras em pequenas bacias, como por exemplo, para o cálculo de bueiros ou galerias de águas pluviais.

Já os tipos de chuvas frontais e orográficas por serem de pequena intensidade e de longa duração têm um maior interesse em projetos de grandes obras hidráulicas, como o controle de cheias e navegação.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a intensidade de chuvas é considerada fraca de 1,1 a 5 mm/h, moderada de 5,1 até 60 mm/h e forte acima de 60 mm/h.

5.9 Dados pluviométricos

A chuva pode ser quantizada faixa de água que se acumulada sobre uma superfície plana. A metrificação é feita em milímetros, e caracteriza-se pela altura da lamina d'água por metro quadrado de área de onde ocorreu a precipitação. O conjunto de valores de precipitações ao longo do tempo são os dados pluviométricos, esses valores são chamados de série histórica, que podem ser dados horários, diários, mensais ou anuais.

Para uma análise que irá acertar e ser confiável de precipitação de chuvas, não se deve esquecer que ela não pode ser trabalhada de forma atemporal. Uma precipitação de 150mm/h é muito mais intensa que uma precipitação de 150mm/dia.

Para BAUNGARTEN (2005):

“A distribuição temporal da chuva descreve a variação da quantidade de chuva para o tempo de duração desse evento”.

Os dias de chuva não significam dias não trabalháveis e sim entraves, onde a chuva implica em vários serviços realizados na obra. Além dos dias de paralisações por causa das precipitações, existem os danos causados pelas mesmas, como a erosão de taludes nos casos de solos arenosos, o que muitas vezes implica na necessidade de uma nova execução daquele trecho, em função à perda de estabilidade (CATALANI, 1990 et al., apud PIRES, 2007, p. 22).

5.10 Estações pluviométricas

A Hidrologia, ciência natural que se ocupa do estudo dos recursos hídricos em todo o ciclo hidrológico, tem um notório papel para o conhecimento das quantidades, distribuições e características hídricas das diversas regiões, contribuindo para a melhor gestão dos recursos hídricos disponíveis. O levantamento das informações necessárias à Hidrologia é realizado através de redes de estações hidrométricas, cujas séries de dados é proporcional à sua extensão temporal. No Brasil, muitas estações individualizadas têm mais de cem anos de dados, como é o caso da estação pluviométrica de Morro Velho, com registros desde 1855, e da estação pluviométrica do rio Negro, em Manaus, com registros de níveis desde 1902. As primeiras atividades de coleta de dados hidrológicos de maneira organizada, no entanto, remontam ao início do século passado, mais precisamente em 1920, através da Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas, com estações voltadas para os estudos específicos de aproveitamentos hidráulicos, visando à energia hidrelétrica.

No site do INMET há três tipos de estações denominadas de Estações Automáticas e Estações Convencionais. As automáticas dizem por Composição de uma unidade de memória central ("data logger"), ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc), que integra os valores observados minuto a minuto e os disponibiliza automaticamente a cada hora. As convencionais são compostas de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc), que são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer.

5.11 ANA

A Agência Nacional de Águas – ANA, criada em 17 de julho de 2000, e instituída em 19 de dezembro do mesmo ano, recebeu dentre outras atribuições, a de promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da Rede Hidrometeorológica Nacional, em articulação com os órgãos e entidades públicas e privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, cabendo então, à ANA, manter e disponibilizar o cadastro atualizado das estações hidrometeorológicas do País. Assim, esta publicação pretende disponibilizar, para os diversos usuários de dados hidrometeorológicos, informações atualizadas sobre todas as estações pluviométricas cadastradas, existentes ou extintas, operadas sob a responsabilidade das mais diversas entidades, que compõem a base de dados hidrológicos administrada pela ANA. Esta agência espera, dessa forma, facilitar a obtenção de dados hidrológicos, necessários ao desenvolvimento de projetos, de programas e à aplicação dos instrumentos essenciais à gestão integrada dos recursos hídrico. Assim diz JOSÉ MACHADO, Diretor Presidente da ANA, Abril de 2009.

5.11.1 HidroWeb

O Portal HidroWeb é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos. Trata-se de uma indispensável ferramenta para a sociedade e instituições públicas

e privadas, pois os dados coletados pelas estações hidrometeorológicas são elementares para a gestão dos recursos hídricos e diversos setores econômicos, como geração de energia, irrigação, navegação e indústria, além do projeto, manutenção e operação de infraestrutura hidráulica de pequeno e grande porte, como barragens, drenagem pluvial urbana e mesmo bueiros e telhados. Os dados disponíveis no Portal HidroWeb se referem à coleta convencional de dados hidrometeorológicos, ou seja, registros diários feitos pelos observadores e medições feitas em campo pelos técnicos em hidrologia e engenheiros hidrólogos. Por meio dessas informações, pode-se, ainda, acompanhar a ocorrência de eventos hidrológicos considerados críticos, inundações e secas, e se planejar medidas de mitigação dos impactos decorrente desses eventos. Dados em tempo real são disponibilizados no Portal Telemetria <<http://www.snirh.gov.br/gestorpcd>>. Mais que acompanhar esses fenômenos, o conjunto de dados até hoje coletados no âmbito da RHN também permite, em diversos casos, a simulação dos eventos e seus resultados sobre as bacias hidrográficas e a sua previsão.

O Portal ainda publica dados coletados pelos Estados que aderiram ao Programa coordenado pela ANA denominado Qualiágua, que fomenta o monitoramento da qualidade da água.

5.11.2 Rede Hidrometeorológica Nacional

A Agência Nacional de Águas (ANA) é responsável pela coordenação da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), um sistema que hoje abriga 4.641 pontos de monitoramento no país (Os números se referem ao inventário de estações da ANA em 03/04/2018, podendo se alterar com certa frequência, em função da incorporação de novas estações ou de sua extinção.) divididos em estações que monitoram parâmetros relacionados aos rios (1.874), como níveis, vazões, qualidade da água e transporte de sedimentos, e outros que monitoram principalmente as chuvas (2.767).

As estações hidrometeorológicas são operadas por entidades parceiras ou contratadas pela ANA, que é a responsável pelo planejamento, normatização de procedimentos e equipamentos, fiscalização, organização dos dados hidrometeorológicos e sua publicação. Atualmente, são responsáveis pela operação da Rede o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/SC), o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE/SP), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM/MG), o Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANÁ) e as empresas contratadas COHIDRO, CONSTRUFAM e UFC.

Além das estações sob responsabilidade da ANA, também são integrantes da Rede as estações mantidas pelos Estados no âmbito dos programas de implantação e operação das Salas de Situação Estaduais e do fomento ao monitoramento da qualidade da água (Qualiágua). O monitoramento das águas no Brasil remonta ao século 19, havendo registros de estações na base da ANA desde o ano de 1855 (estação pluviométrica Morro Velho, em Minas Gerais). Entre 1900 e 1920, o governo federal incorpora o monitoramento como serviço público federal e cria instituições para abrigá-lo. Desde então, a Rede foi coordenada por entidades ligadas ao setor elétrico, passando à responsabilidade da ANA em 2000, pela Lei Federal nº 9.984/2000.

RIGHETTO (1998) afirma que, a quantidade mínima recomendada de estações pluviométricas em uma bacia hidrográfica varia em função da sua área de drenagem, como mostrado na tabela a seguir.

Tabela 2 – Quantidade mínima recomendada de estações pluviométricas em função da área de drenagem.

Área de Drenagem (km ²)	Número mínimo de estações pluviométricas
0,12	1,00
0,12 – 0,4	2,00
0,4 – 0,8	3,00
0,8 – 2,0	1 a cada 0,4km ²
2,0 – 10,00	1 a cada 1,0km ²
10,00 – 20,00	1 a cada 2,5km ²
> 20,00	1 a cada 7,5km ²

Fonte: RICHETTO (1998)

5.12 Alguns métodos

5.12.1 Método MENDES

Tabela 3 – Relação entre dias de chuva dia paralisado

Intensidade de chuva (mm/dia)	Interferência (dia parado)
≤ 5	0,00
$> 5 \text{ e } \leq 10$	0,25
$> 10 \text{ e } \leq 15$	0,50
$> 15 \text{ e } \leq 20$	0,75
> 20	1,00

Fonte: MENDES (2016)

A tabela traz uma metodologia advinda por MENDES (2006) para a estimativa percentual de dias paralisados por incidência de chuva diária onde está relacionando a intensidade de chuva (mm/dia) juntamente com a interferência de um dia de trabalho (percentual de dia paralisado). Como nota-se, foi dividida em quatro partes que interferem na execução de serviços na obra, seguindo a lógica da tabela, traz consigo a leitura do critério de chuva menores que 5 mm não afetam o dia de trabalho, portanto segue normalmente os serviços; dias com chuva entre 5 e 10 mm incidem a um quarto (0,25) de dia paralisado; chuva entre 10 e 15 mm no dia, acarretam em metade (0,50) do dia paralisado por conta da precipitação pluviométrica; dias com chuva entre 15 e 20 mm sobrecaem em três quartos (0,75) do dia paralisado e chuva acima de 20 mm determina em um dia de trabalho paralisado.

5.12.2 Método MATTOS

Outro método foi o de MATTOS (2015) pela Pini, o qual considera que a primeira providência é pesquisar os dados pluviométricos da região e consultar quem já fez obra pela região. Descontando dos dias dos meses os domingos/feriados e os dias de chuva, chega-se aos dias praticáveis, que transformamos em **horas praticáveis** pela multiplicação por 10 h/dia.

Nisso traz em termos de cálculo os dias do mês (D), domingos e feriados (Dm), dias de chuvas (Dc); dias praticáveis (Dp), horas praticáveis por dia (hpd=10 h/dia) e horas praticáveis (Hp). Consiste na formulação de:

$$Dp = D - Dm - DC$$

$$Hp = Dp * hpd$$

Com a constatação dos meses chuvosos, pode-se definir uma distribuição dos volumes para os meses e a consequente **produção horária requerida**:

$$PRODUÇÃO HORÁRIA REQUERIDA = \frac{V}{Hp}$$

Onde:

V - Volume de chuva do mês analisado [m³];

Hp – Horas praticáveis (Dp*hpd) [h].

Para então ser determinada a quantidade de equipamentos, a qual é determinada pela razão entre a produção horária requerida pela produtividade dos equipamentos, respectivamente.

$$Quantidade\ de\ equipamentos = \frac{Produção\ Horária\ Requerida \left[\frac{v}{Hp} \right]}{Produção\ do\ Equipamento}$$

A quantidade de cada equipamento ao longo dos meses é a informação necessária para os setores de Produção, de Equipamento e de Contratação.

Para determinação do parâmetro dias de chuvas a partir dos dados históricos de precipitação, segundo MATTOS (2015) há duas variações mais comuns entre os orçamentistas e planejadores, representadas a seguinte metodologia:

Variação 1

- i. Precipitação < 5 mm - desprezar (o dia não é afetado, a obra produz normalmente);
- ii. Precipitação > 5 mm - apenas 10% do dia é praticável (assume-se que alguma parte do dia é praticável, pois a chuva pode ocorrer à tarde ou à noite). Ex: em 10 dias de chuva com precipitação acima de 5 mm, seria considerado praticável apenas 1 dia).

Variação 2

- i. Precipitação < 5 mm - desprezar (o dia não é afetado, a obra produz normalmente);
- ii. 5 mm < precipitação < 10 mm - o dia não é praticável;
- iii. Precipitação > 10 mm - o dia não é praticável, nem metade do dia seguinte (a premissa é que a chuva forte de um dia impacta o dia seguinte).

Aponta também que não há convergências absolutas pois por se tratar de um fator atípico e probabilístico introduz variáveis uma chuva que ocorra às 8h00 da manhã tem um efeito diferente da mesma chuva ocorrendo às 18h00. Outra diferença: quanto mais argiloso o solo, maior é tempo de retenção da umidade e, portanto, o impacto da chuva é maior do que num solo arenoso. O mais recomendável é ter por anotações a precipitação diária e o impacto na obra. Finda MATTOS (2015).

5.13 Método novo SICRO

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes encontra-se em seu tomo de Volume 06 o fator de influência de chuvas – FIC (2017) salienta, que as obras de engenharia de infraestrutura executadas ao ar livre são normalmente influenciadas pelas chuvas, em

diversos graus de intensidade, e seus efeitos encontram-se fortemente associados à natureza e às propriedades do solo e do terreno, tais como, a textura, a granulometria, a permeabilidade, a declividade, a cobertura vegetal, entre outros.

Com intuito de prever a influência da pluviometria e de outras condições climáticas desfavoráveis sobre a eficiência dos equipamentos, a produção das equipes mecânicas e a mão de obra, o SICRO propõe a utilização de um Fator de Influência de Chuvas - FIC a ser aplicado diretamente sobre o custo unitário de execução (mão de obra e equipamentos) de alguns serviços.

As influências favoráveis da temperatura, dos ventos e da umidade relativa do ar no processo de secagem e evaporação dos materiais não serão consideradas na definição do Fator de Influência de Chuvas, em função desses efeitos se mostrarem notadamente de pouca significância e materialidade.

No intuito de levar um planejamento perante as obras que seguem a autarquia, tal como tem em sua metodologia para com as incidências de chuvas a seguinte metodologia:

$$FIC = fa * fp * fe * nd$$

onde:

fa - representa o fator da natureza da atividade;

fp - representa o fator de permeabilidade do solo;

fe - representa o fator de escoamento superficial;

nd - representa o fator de intensidade das chuvas, que expressa o percentual médio de dias efetivamente paralisados em função das chuvas.

A metodologia desenvolvida pressupõe que o Fator de Influência de Chuvas é calculado em função de diferentes fatores, por unidade da federação.

5.13.1 Fator de natureza da atividade (fa)

Na metodologia do manual o fator de natureza da atividade assume os valores de 0,25, 0,50, 1,00 e 1,50. Seguindo a gradação onde quanto maior o índice maior o grau de influência da chuva em relação à condição normal de operação nos serviços classificados no Novo SICRO, sendo 0,25 com menos influência e 1,50 os que mais sofrem influência das chuvas.

Quadro 1 – Fator da Natureza da Atividade

Descrição dos Serviços	Fator da Natureza da Atividade			
	Fa= 0,25	Fa= 0,50	Fa= 1,00	Fa= 1,50
Desmatamento e destocamento	X			
Escavação, carga e transporte de materiais de 1ª categoria				X
Escavação, carga e transporte de materiais de 2ª categoria		X		
Escavação, carga e transporte de materiais de 3ª categoria	X			
Escavação, carga e transporte de solos moles ou saturados				X
Transporte em caminhos de terra				X
Compactação de aterros em solo				X
Compactação de material de bota-fora				X
Manutenção de caminhos de serviço				X
Reaterros				X
Regularização de erosão				X
Reforço do subleito				X
Sub-base de solo estabilizado				X
Base de solo estabilizado				X
Base de brita graduada		X		
Base de macadame hidráulico		X		
Base de solo cimento				X
Base de solo melhorado com cimento				X
Base de solo-brita				X
Sub-base de solo melhorado com cimento				X
Sub-base de concreto rolado	X			
Sub-base de concreto de cimento Portland	X			
Pavimento de concreto		X		
Misturas asfálticas	X			
Micro revestimento	X			
Tratamento superficial	X			
Macadame betuminoso	X			
Reciclagem de pavimentos			X	
Escavação de valas				X
Tapa-buraco, remendos			X	
Regularização de taludes				X

Fonte: DNIT, (2017)

A classificação da natureza da atividade não tem por objetivo permitir a extrapolação das restrições de execução constantes das especificações técnicas dos serviços, ou seja, o fato de um serviço ser classificado com fator da natureza da atividade diferente de zero não faculta ao executor a sua realização em condições de chuva, caso as especificações de serviço não a permitam Segundo o Volume 6 do Manual de custos (SICRO,2017).

5.13.2 Fator de Permeabilidade dos Solos (fp)

A permeabilidade é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento da água através dele, sendo o grau de permeabilidade expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade (CAPUTO, 1996).

Nomeia-se permeabilidade a maior ou menor facilidade com que a percolação da água ocorre através de um solo. A condutividade hidráulica de um solo varia de acordo com número de vazios o qual se encontra presente no material, uma vez que quanto menor o tamanho das partículas, menor será o volume de vazios no solo e menor a condutividade hidráulica desse solo.

A determinação da condutividade hidráulica é realizada tendo em vista a lei de Henry Darcy, um engenheiro francês que publicou em 1856 o referente estudo do movimento de água num filtro de areia. Partindo deste princípio foi elaborada a tão conhecida lei de Darcy a qual relaciona a velocidade média de escoamento do fluido no meio poroso ao gradiente hidráulico.

A determinação dos valores de condutividade hidráulica pode ser realizada através de ensaios de campo e de laboratório. Segundo DANIEL (1987), os ensaios de laboratório apresentam vantagens no controle das condições de contorno tais como a carga hidráulica, o tempo de ensaio curto, a saturação, o baixo custo e o nível de tensões efetivas. Entretanto, os ensaios de campos sofrem menor efeito de escala, por se tratarem do volume de material ensaiado é superior ao volume de ensaio laboratorial.

A metodologia de ensaios em laboratório, tem por base a utilização de permeâmetros, os quais podem ser com carga constante ou carga variável. Porém são mais recomendáveis os de carga constante nas amostras com condutividade hidráulica acima de 0,01 cm/min e variável nas amostras com material com condutividade hidráulica inferior ao limite ressaltado.

Na metodologia do Novo SICRO estabelece um fator de permeabilidade a ser considerado em termos de cálculo para obtenção do FIC. Tal fator varia de acordo com a classificação do tipo de solo denominada pelo sistema descrita na tabela abaixo.

Quadro 2 – Fatores de permeabilidade dos solos

Classificação dos Solos	Fator de Permeabilidade
Areia	0,50
Areia Siltosa	0,65
Areia Argilosa	0,75
Argila Arenosa	0,75
Argila Siltosa	0,85
Argila	1,00

Fonte: DNIT (2017)

O presente manual em sua metodologia recomenda que **na inexistência de informações a respeito da composição granulométrica do subleito ou dos materiais constituintes dos aterros e das camadas de pavimentação**, deverá ser adotado um fator de permeabilidade igual a 0,75, que representa a ocorrência de solos argilo-arenosos ou areno-argilosos, reconhecidamente de grande distribuição espacial em todo o território nacional (grifo nosso).

5.13.3 Fator de Escoamento Superficial (fe)

Um dos influenciadores na drenagem superficial está ligada ao tipo de vegetação presente na bacia. A bacia predominantemente desmatada favorecerá um escoamento superficial mais rápido, uma vez que são poucos os obstáculos que a água deve transpor. Contudo, numa bacia com predominância de vegetação de grande porte e em grande quantidade, apresentando-se de forma densa, o escoamento superficial será bem mais lento, já que a água terá que transpor tais obstáculos como as folhas, os galhos, os troncos e os restos vegetais existentes no local. É necessário ainda conhecer a precipitação média da região da bacia hidrográfica.

Como diz BAUNGARTEN (2005), de todos os tipos de precipitações (chuva, chuva, geada, granizo, neve, orvalho e saraiva) a chuva é a mais utilizada no estudo hidrológico, uma vez que se apresenta com mais frequência e se dá em locais com clima temperado como o Brasil e tem grande capacidade de gerar escoamento. De acordo com a forma da bacia em estudo e a quantidade de precipitação (chuva) sobre a área da chuva, podem ocorrer diversas situações de escoamento.

Segundo o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes Volume 06 - Fator de Influência de Chuvas (2017), considera que o escoamento superficial pode ser definido como o movimento das águas na superfície terrestre, em virtude da intensidade e do período das precipitações terem ultrapassado a taxa de infiltração dos solos. A presença da cobertura vegetal em campos, cerrados ou em áreas gramadas, contribui para diminuir o escoamento superficial. Na maioria das obras de infraestrutura de transportes, o terreno encontra-se livre da presença vegetal.

Além disso, nas atividades relacionadas ao desmatamento, capina e roçada, a ocorrência de chuvas provoca pouca influência na produção dos serviços. A parcela de infiltração dos solos é inversamente proporcional à declividade do terreno, resultando no fato de que as regiões mais baixas tendem a sofrer maior influência das precipitações. A declividade,

no sentido longitudinal, tem um efeito neutro sobre o fator de escoamento superficial, pois facilita a movimentação da água nas partes elevadas e dificulta nas partes inferiores do terreno.

Em uma bacia com o formato circular a chuva irá se concentrar mais rapidamente, sendo então mais suscetível a possíveis alagamentos e enchentes, pois com uma quantidade menor de chuva o volume acumulado no leito do curso d'água principal pode ser considerado preocupante e agravante. Já em uma bacia com formato mais retangular (uma bacia mais alongada, extensa), com esse mesmo volume de água é muito mais difícil de ocorrer o alagamento, já que a água provinda da precipitação irá demorar mais para se concentrar.

A influência do escoamento superficial mostra-se proporcionalmente menor que a causada pela natureza da atividade e pela permeabilidade dos solos. A Tabela a seguir apresenta valores sugeridos para o fator de escoamento superficial quando analisada isoladamente a influência da declividade transversal do terreno.

Quadro 3 – Fator de Escoamento Superficial

Declividade Transversal (%)	Fator de Escoamento Superficial
$D \leq 1$	1,00
$1 < D < 5$	0,90
$D \geq 5$	0,80

Fonte: DNIT (2017)

Considerando que as declividades transversais e longitudinais ocorrem de forma simultânea e que a declividade transversal média das obras de infraestrutura de transportes situa-se normalmente na faixa entre 1% e 5%, sugere-se, na **ausência de informações mais detalhadas de projeto**, a adoção de um fator de escoamento superficial de 0,95 (Grifo nosso).

5.13.4 Fator de Intensidade de Chuvas (nd)

Levando em consideração o descrito acima, foi desenvolvido um cálculo de o quanto as chuvas podem acrescentar em novos custos para diversos tipos de obras. O processo do cálculo envolve diversos fatores: tipos de solo, escoamento superficial, natureza da atividade e intensidade da chuva (mm/dia). Este último fator é muito interessante pois relaciona a quantidade de chuva e os números de horas/dias de paralização das obras, tal item sendo o foco deste trabalho.

É sabido que a partir das chuvas parcela destas seguem por infiltração, outra se dá por escoamento superficial e parcela é sujeita a evaporação por estar retida em poças ou aderidas às partículas sólidas.

De acordo com a intensidade da precipitação, pode-se vir a não efetivação de serviços. Quando há ocorrência de chuvas em obras em campo abeto descobertas, podem ser retomadas imediatamente a sessão da chuva. Por outro lado com maior intensidade para tal retomada de serviços demanda a minoração nos efeitos de absorção e então o prevalecimento de escoamento superficial o Manual em seu volume 06 (2017) no item 2.2.2 aponta duas recomendações sendo:

- Adoção de inclinações adequadas dos subleitos ou plataformas de trabalho e de valas de drenagem. Inclinações de 1% a 2% podem garantir que apenas uma parcela mínima da chuva seja absorvida;
- Adoção de proteção das pistas de trabalho e dos depósitos de materiais a serem utilizados com coberturas de lona ou plástico.

Este fator de intensidade de chuvas é então aferido a partir dos valores médios dos dias efetivamente paralisados para então ser **calculado a partir das intensidades de chuvas diárias, levando em consideração apenas as oito horas de trabalho, desconsiderando os domingos** (Grifo nosso).

Com os dados diários de chuvas retirados dos registros dos postos da ANA é possível efetivar o cálculo do percentual médio de dias paralisados em função da chuva seguindo a metodologia abaixo:

$$Xi \leq 5 \rightarrow nd = 0$$

$$Xi \geq 20 \rightarrow nd = 1$$

$$5 \leq Xi \leq 20 \rightarrow nd = \{\Sigma[(Xi \div 15) - (1 \div 3)] \div n\}$$

Onde:

nd - é a média da soma das parcelas dos dias efetivamente paralisados;

Xi - representa a intensidade da chuva em 8 horas do dia (chuva diária / 3), em mm;

n - é o número de dias no período considerado.

5.13.5 Postos Pluviométricos

De acordo com os dados abaixo, apontando os por menores dos pontos pluviométricos utilizados para o cálculo dos fatores de influência de chuvas do Tocantins considerados pelo Novo SICRO. Contendo a identificação, localização, coordenadas geográficas, as entidades responsáveis por sua operação e os respectivos de fatores de influência de chuva médio por posto da federação.

Quadro 4 – Relação dos postos pluviométricos para a Região Norte

Região	Unidade da Federação	Estação	Média da Estação	Média UF	Nome da estação	Latitude	Longitude	Município	Entidade Responsável	Entidade Operadora
Norte	Amazonas	00765000	0,04543	0,05334	Cachoeira	-7°42'9"	-66°3'5"	Lábrea	ANA	COHIDRO
		00759000	0,05509		Vila do Apuí	-7°12'3"	-59°53'32"	Novo Aripuã	ANA	COHIDRO
		00470002	0,05583		Estirão do Repouso	-4°23'0"	-70°58'0"	Atalaia do norte	ANA	COHIDRO
		08069004	0,07611		Pirara Poço	0°8'34"	-69°12'48"	São Gabriel da Cachoeira	ANA	CPRM
		00363000	0,04304		Barro Alto-São Raimundo do Ipixuna	-3°52'30"	-63°47'9"	Coari	ANA	COHIDRO
		00259000	0,03572		Cachoeira Morena	-2°6'52"	-59°20'7"	Presidente Figueiredo	ANA	CPRM
		00267001	0,06215		Espirito Santo	-2°45'0"	-67°34'0"	Fonte Boa	ANA	COHIDRO
	Rondônia	00862000	0,04426	0,04562	Tabajara	-8°55'56"	-62°3'20"	Machadinho d'Oeste	ANA	CPRM
		01160000	0,03849		Marco Rondon	-12°0'55"	-60°51'18"	Pimenta Bueno	ANA	CPRM
		01063000	0,05410		Escola Caramurú	-10°30'18"	-63°38'46"	Ariquemes	ANA	CPRM
	Roraima	08360002	0,02703	0,03690	Fazenda Passarão	3°12'28"	-60°34'16"	Boa Vista	ANA	CPRM
		08161001	0,03490		Caracaraí	1°49'17"	-61°7'25"	Caracaraí	ANA	CPRM
		00061000	0,04878		Santa Maria do Boiaçu	-0°30'24"	-61°47'9"	Rorainópolis	ANA	CPRM
	Tocantins	01148000	0,02720	0,03124	Fazenda Lobeira	-11°31'53"	-48°17'41"	São Valeiro da Natividade	ANA	CPRM
		00848000	0,03527		Colinas do Tocantins	-8°3'10"	-48°28'54"	Colinas do Tocantins	ANA	CPRM

Fonte: DNIT (2017). Adaptado pelo autor.

No exposto acima trazido algumas das unidades da federação para comparação. Se levarmos em conta a extensão territorial de cada estado nota-se uma precariedade na estatística adotada para a região tocantinense. No Amazonas o Estado mais extenso em área do país assume em sua estatística um total de sete estações pluviométricas para a obtenção do fator nd. No entanto Roraima e Rondônia os quais possuem áreas próximas ao Estado do Tocantins, foram consideradas em suas estatísticas uma estação pluviométrica a mais em suas metodologias de cálculo. Além desta imprecisão, é perceptível notar a discrepância em adotar uma média de somente duas fontes de dados para então a partir destas gerar um percentual médio de dia paralisado por chuva, adotando para toda a extensão da federação a média aritmética dos dois valores.

A escolha de tais estações para o Estado do Tocantins seguiu um posicionamento de dos municípios ao Sul (São Valério da Natividade) e ao Norte (Colinas do Tocantins), uma vez que, a variável é uma intempérie e suas previsões somente obtidas por monitoramento constante e que sua distribuição perante o território estadual não é uniforme, deixa claro mais um item a ser considerado na imprecisão de cálculo para assim extrapolá-la em vista todo o Tocantins. Esta consideração afeta a análise da metodologia do FIC às várias rodovias do estado questão sob jurisdição do DNIT na SR/TO (Superintendência Regional do Estado do Tocantins).

5.14 Rodovias

Um dos principais modais que se dispõe a nação é sem dúvida o rodoviário, onde se notou seu ímpeto principalmente no movimento nacional da greve dos caminhoneiros de 2018 onde pode sentir o real peso da operação nas rodovias. O presente trabalho aborda influência das rodovias, direcionando para estado do Tocantins. Por fazer parte do DNIT cabem citar alguns pontos sobre estas.

Sendo assim, o site do DNIT (2016) diz em seu modal rodoviário que a Diretoria de Infraestrutura Rodoviária tem por responsabilidade pela manutenção, recuperação e construção de vias de transportes interurbanas, que podem ser denominadas de federais ou estaduais. As rodovias federais dividem-se em: rodovias radiais, cuja quilometragem é iniciada a partir de Brasília; rodovias longitudinais, iniciadas a partir do litoral; rodovias transversais; rodovias diagonais e rodovias de ligação.

5.14.1 Rodovias no Tocantins

A SR/TO do DNIT tem sob sua jurisdição o total de 6 rodovias federalizadas:

- BR - 010;
- BR - 153;
- BR - 226;
- BR - 230;
- BR - 235;
- BR - 242.

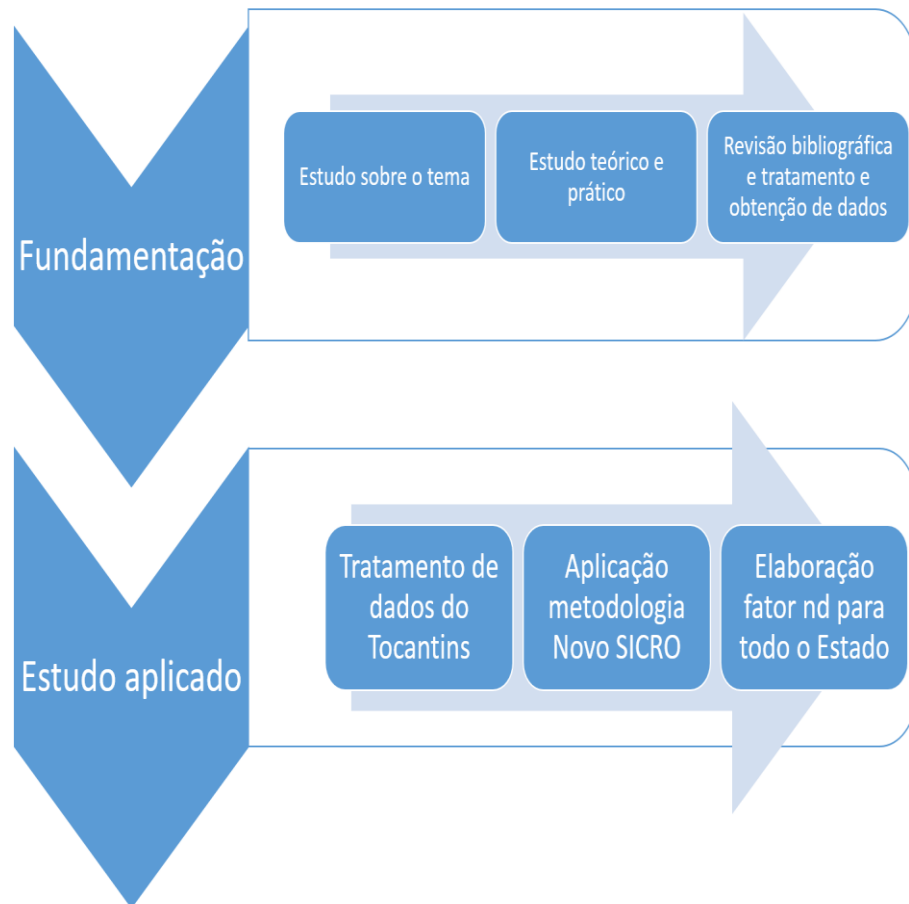
Das apresentadas acima, as quais potencializam o grande modal do país sobre o que se diz em transporte; principalmente a grande BR - 153, famosa Belém- Brasília, o Novo SICRO em suas considerações para obtenção do fator de intensidade de chuva, as já mencionadas apenas duas estações pluviométricas.

Onde se situam nas proximidades de somente duas rodovias federais, o município de Colinas do Tocantins na BR - 153, rodovia longitudinal, e o município de São Valério da Natividade em relação a BR - 242, rodovia transversal. Deixando de fora grande parte das citadas rodovias em sua extensão ainda assim sem alcance às demais quatro rodovias federais que fazem parte da supervisão da SR/TO do DNIT.

Assim como recomenda o manual de custos para o levantamento de dados para análise de dias parados em função de chuva é salientado que faça uso de no mínimo três estações.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia que deverá ser implementada, afim de cumprir com os objetivos propostos, visa obter tratamento de dados que permitam a obtenção do Fator de Intensidade de Chuvas (fator nd) de cada estação que for possível perante seus dados pluviométricos dado pela média da soma das parcelas dos dias efetivamente paralisados disponibilizados pela ANA através do HidroWeb.(Figua 3).

Figura 3 – Fluxo da pesquisa

Fonte – Elaborado pelo autor

6.1 Caracterização da pesquisa

Quanto a sua finalidade e objetivos, a pesquisa classifica-se como aplicada e exploratória, respectivamente, uma vez que, visa-se a solução de um problema específico através aplicação prática.

A abordagem utilizada será prioritariamente estatística, uma vez que será feita uma análise crítica envolvendo tratamento de dados pluviométricos encontradas disponibilizados pela ANA.

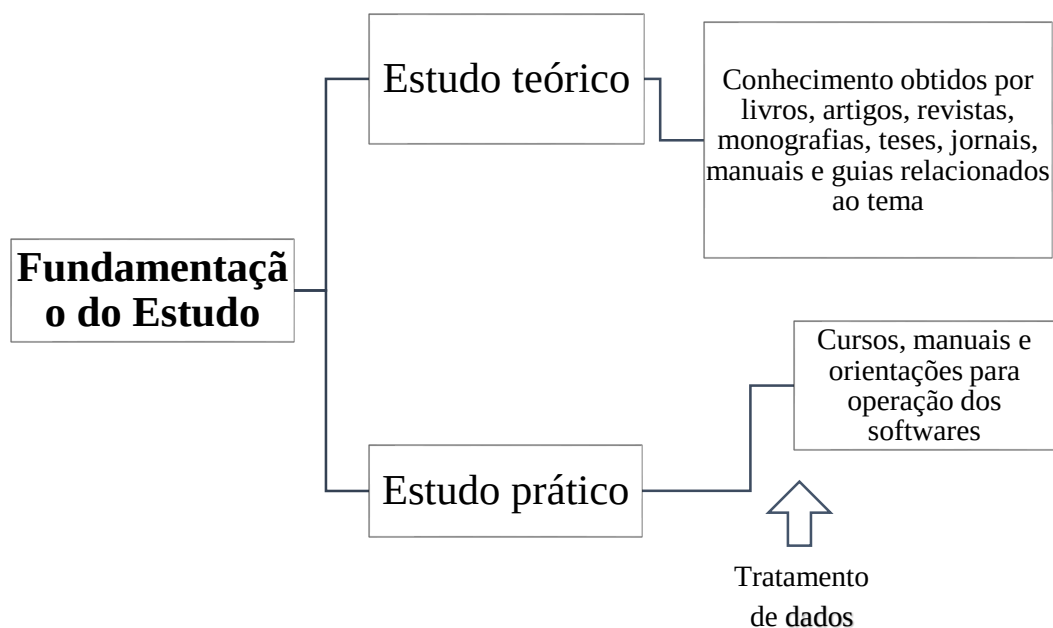
6.2 Fundamentação

A etapa de fundamentação se propôs a dar o embasamento e conhecimentos necessários para que pudesse ser desenvolvido o índice de dia não trabalhável causado pelas chuvas. Nela foi delineado um estudo exploratório sobre o tema, que foi subdividido em duas partes, sendo uma teórica e outra prática.

No estudo teórico foi levantado um escopo embasado em artigos científicos, jornais, revistas técnicas, livros e publicações acadêmicas relacionados ao tema, afim de fornecer ao pesquisador conhecimento necessário para o desenvolvimento do trabalho. Na fundamentação prática, foram elencadas as tecnologias a serem implementadas na concepção do estudo de caso, e através de cursos, manuais, e orientações, foram adquiridos os conhecimentos de manuseio necessário para uso das ferramentas a serem aplicadas no Tocantins.

A fundamentação tem como finalidade dar consistência e notoriedade as informações apresentadas, assim como tratar de todos os aspectos para que se tenha a viabilidade de cumprir com os objetivos propostos, definindo o problema de pesquisa, os objetivos que se visa cumprir como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Etapa de fundamentação



Fonte – Elaborado pelo autor

6.3 Estudo de aplicação

Depois de estabelecida a base para a estruturação do estudo através da etapa de fundamentação têm-se o início do estudo aplicado. Essa etapa utiliza dos conhecimentos e informações adquiridos na etapa anterior para que sejam efetivados.

6.3.1 Caracterização do objeto de estudo

O caso do estudo utilizado para o desenvolvimento da presente expansão corresponde a um tratamento de dados de precipitação fornecidos pelas estações pluviométricas do Tocantins. Tratam-se de dados fornecidos por uma base confiável por meio de uma agência nacional. Os acessos são possíveis perante o portal HidroWeb oferecendo os dados os quais são indispensáveis para a gestão dos recursos hídricos e diversos setores econômico

Quadro 5 – Relação de estações para o estudo de aplicação

Código	Nome da estação	Município	UF	Entidade	Latitude	Longitude
547002	Itaguatins	Colinas do tocantins	TO	ANA	-05 43 00	-47 30 00
547004	Descarreto	Colinas do Tocantins	TO	ANA	-05 46 00	-47 29 00
547006	Maurilândia do Tocantins	Maurilândia do Tocantins	TO	ANA	-05 57 08	-47 30 42
548000	Araguatins	Araguatins	TO	ANA	-05 38 54	-48 12 28
548001	São Sebastião do Tocantins	Itaguatins	TO	ANA	-05 15 30	-48 12 03
548003	Esperantina	Esperantina	TO	ANA	-05 21 45	-48 32 16
647000	Tocantinópolis	Tocantinópolis	TO	ANA	-06 17 14	-47 23 31
647001	Wanderlândia – rod. Belém – Brasília	Lajeado	TO	ANA	-06 50 20	-47 58 12
647003	Tocantinópolis	Lagoa do Tocantins	TO	INMET	-06 19 00	-47 26 00
647004	Tocantinópolis	Tocantinópolis	TO	ELETRONORTE	-06 19 00	-47 25 00
647007	Tocantinópolis	Tocantinópolis	TO	UNITINS	-06 17 20	-47 23 30
648000	Xambioá	Xambioá	TO	ANA	-06 24 47	-48 32 08
648001	Ananas	Ananás	TO	ANA	-06 21 50	-48 04 17
648002	Piraque	Lizarda	TO	ANA	-06 40 18	-48 28 11
648003	Fazenda Dico Ribeiro	Arraias	TO	ANA	-06 49 00	-48 15 00
648004	UHE Santa Isabel	Ananás	TO	ELETRONORTE	-06 09 00	-48 18 00
648005	PCH Lajes	Wanderlândia	TO	CELTINS	-06 46 56	-48 09 09
649003	Porto Lemos	Aragominas	TO	ANA	-06 52 03	-49 05 51
747001	Goiatins	Carmolândia	TO	ANA	-07 42 41	-47 18 54
747009	Palmeirante	Campos lindos	TO	ANA	-07 51 35	-47 51 43

CONTINUAÇÃO						
748000	Araguaína	Aragominas	TO	ANA	-07 12 00	-48 12 00
748001	Colônia	Colinas do Tocantins	TO	ANA	-07 52 40	-48 53 43
748002	Faz. Primavera - rod. Belém - Brasília	Divinópolis do Tocantins	TO	ANA	-07 33 34	-48 25 15
748003	Muricilândia	Aragominas	TO	ANA	-07 09 16	-48 28 11
748004	Araguaina - Engopa	Aragominas	TO	INMET	-07 06 13	-48 12 03
749000	Arapoema	Araguaçu	TO	ANA	-07 39 18	-49 03 53
749001	Boa Vista do Araguaia	Aragominas	TO	ANA	-07 19 23	-49 13 27
750003	Chácara Vila Rica	Pau d'arco	TO	ANA	-07 50 40	-50 02 42
847000	Conceição	Centenário	TO	ANA	-08 51 00	-47 32 00
847001	Itacajá	Centenário	TO	ANA	-08 23 30	-47 45 55
847002	Campos Lindos	Carmolândia	TO	ANA	-07 58 16	-46 48 23
847003	Recursolândia	Recursolândia	TO	ANA	-08 44 14	-47 14 30
847004	Centenário	Centenário	TO	ANA	-08 57 51	-47 20 02
848000	Colinas do Tocantins	Aurora do Tocantins	TO	ANA	-08 03 10	-48 28 54
848001	Guarai	Carrasco Bonito	TO	ANA	-08 49 51	-48 31 01
848002	Itaporã do Tocantins	Colméia	TO	ANA	-08 34 23	-48 41 27
848003	Tupiratins	Tupiratins	TO	ANA	-08 23 53	-48 07 49
848004	Pedro Afonso	Pedro Afonso	TO	INMET	-08 58 07	-48 10 34
848005	Pedro Afonso	Pedro Afonso	TO	INPE	-08 58 05	-48 10 37
848006	Bom Jesus do Tocantins	Bom Jesus do Tocantins	TO	ANA	-08 58 10	-48 05 26
849002	Araguacema (Chácara Araguaia)	Angico	TO	ANA	-08 48 37	-49 33 22
946003	Lizarda	Combinado	TO	ANA	-09 35 31	-46 40 50
946004	Lizarda	Combinado	TO	SUDENE	-09 33 00	-46 40 00
947000	Dois Irmãos	Itacajá	TO	ANA	-09 19 00	-47 49 00
947001	Mansinha	Itacajá	TO	ANA	-09 27 27	-47 19 37
948000	Miracema do Tocantins	Miracema do Tocantins	TO	ANA	-09 33 51	-48 23 15
948001	Porto Real	Figueirópolis	TO	ANA	-09 18 25	-47 55 45
948003	UHE Lajeado - Jusante	Miracema do Tocantins	TO	INVESTCO	-09 45 16	-48 22 01
949000	Abreulândia	Angico	TO	ANA	-09 37 30	-49 09 18
949001	Dois Irmãos do Tocantins	Brasilândia do Tocantins	TO	ANA	-09 15 27	-49 03 54
949002	Ponte Rio Piranhas	Brasilândia do Tocantins	TO	ANA	-09 04 00	-49 23 00
949003	Marianópolis	Marianópolis do Tocantins	TO	ANA	-09 48 02	-49 39 22
950000	Caseara	Caseara	TO	ANA	-09 16 12	-49 57 32
950002	Cangussu	Fortaleza do Tabocão	TO	ANA	-09 58 13	-49 59 37
1046001	Mateiros	Mateiros	TO	ANA	-10 32 00	-46 22 00
1047000	Jatobá (Fazenda Boa Nova)	Itacajá	TO	ANA	-09 59 26	-47 28 43
1047001	Novo acordo	Dois irmãos do Tocantins	TO	ANA	-09 57 38	-47 40 29
1047002	Porto Gilândia	Cristalândia	TO	ANA	-10 47 08	-47 48 00
1047003	Rio das Balsas	Dois irmãos do Tocantins	TO	ANA	-10 00 00	-47 54 00

CONTINUAÇÃO						
1047004	Ponte Alta do Tocantins	Goiatins	TO	ANA	-10 45 03	-47 32 10
1047005	UHE Isamu Ikeda - fase 1 e 2	Monte do Carmo	TO	CELTINS	-10 41 39	-47 47 32
1047006	UHE Isamu Ikeda - montante	Monte do Carmo	TO	CELTINS	-10 50 07	-47 46 03
1048000	Fátima	Fátima	TO	ANA	-10 45 49	-48 54 08
1048001	Paraíso do Tocantins	Paraíso do Tocantins	TO	ANA	-10 09 55	-48 53 26
1048002	Porto Nacional	Porto Nacional	TO	ANA	-10 43 00	-48 25 12
1048003	Palmas	Porto Nacional	TO	INMET	-10 42 16	-48 25 06
1048004	Porto nacional	Porto Nacional	TO	DEPV	-10 43 00	-48 23 00
1048005	Taquarussu do Porto	Palmas	TO	ANA	-10 18 48	-48 09 34
1048006	Porto Nacional	Porto Nacional	TO	ELETRONORTE	-10 42 00	-48 26 00
1048007	Mangues	Palmas	TO	INVESTCO	-10 20 41	-48 38 05
1049000	Barreira da cruz	Fortaleza do Tabocão	TO	ANA	-10 33 36	-49 56 00
1049001	Pium	Fortaleza do Tabocão	TO	ANA	-10 26 27	-49 13 26
1049002	Próximo Barreira da Cruz	Fortaleza do Tabocão	TO	ANA	-10 44 04	-49 51 44
1049003	Lagoa da Confusão	Lagoa da Confusão	TO	ANA	-10 46 54	-49 36 39
1050002	Santa Terezinha	Fortaleza do Tabocão	TO	ANA	-10 27 40	-50 30 49
1146000	Dianópolis	Dianópolis	TO	ANA	-11 37 31	-46 48 38
1146002	UHE Diacal - Montante	Novo jardim	TO	CELTINS	-11 44 42	-46 45 22
1146003	PCH Agro Trafo	Dianópolis	TO	CELTINS	-11 40 35	-46 39 51
1146004	PCH Dianópolis - Jusante	Dianópolis	TO	CELTINS	-11 27 58	-46 49 12
1147000	Almas	Almas	TO	ANA	-11 34 44	-47 10 26
1147001	Natividade	Natividade	TO	ANA	-11 41 49	-47 43 42
1147002	Pindorama do Tocantins	Formoso do Araguaia	TO	ANA	-11 08 26	-47 34 36
1147003	Porto Alegre	Porto alegre do Tocantins	TO	ANA	-11 36 45	-47 02 42
1147004	Porto Jerônimo - Faz. Piracicaba	Natividade	TO	ANA	-11 45 31	-47 50 11
1147005	Porto Jerônimo	Natividade	TO	INVESTCO	-11 45 28	-47 50 15
1148000	Fazenda Lobeira	São Valério da natividade	TO	ANA	-11 31 53	-48 17 41
1148001	Fazenda Jurupari	Porto nacional	TO	INVESTCO	-11 09 07	-48 31 00
1148002	Jacinto	Peixe	TO	INVESTCO	-11 59 03	-48 39 33
1148003	Ipueiras	Ipueiras	TO	INVESTCO	-11 14 49	-48 27 30
1149000	Dueré	Brejinho de Nazaré	TO	ANA	-11 20 22	-49 16 03
1149001	Formoso do Araguaia	Cariri do Tocantins	TO	ANA	-11 48 06	-49 31 47
1149002	Gurupi	Gurupi	TO	ANA	-11 44 11	-49 08 11
1149003	Poço de Pedra	Dueré	TO	ANA	-11 10 00	-49 34 00
1150000	Fazenda Telesforo	Cariri do Tocantins	TO	ANA	-11 55 00	-50 40 00
1150004	Santa Izabel do Morro	Bernardo Sayão	TO	DEPV	-11 34 00	-50 38 00
1246000	Ponte Alta do Bom Jesus	Ponte Alta do Bom Jesus	TO	ANA	-12 05 27	-46 28 46

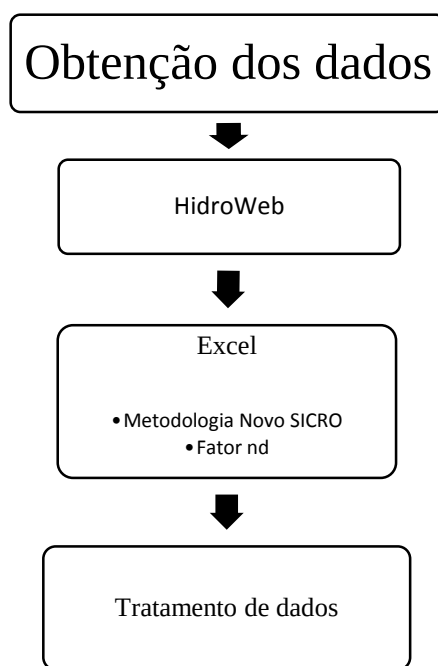
CONTINUAÇÃO						
1246001	Aurora do Norte	Aurora do Tocantins	TO	ANA	-12 42 50	-46 24 31
1246002	Taguatinga	Juarina	TO	ANA	-12 24 24	-46 26 00
1246003	Taguatinga	Taguatinga	TO	INMET	-12 24 06	-46 26 16
1246004	Taguatinga	Taguatinga	TO	ANA	-12 24 10	-46 26 16
1247000	Conceição do Tocantins	Conceição do Tocantins	TO	ANA	-12 13 57	-47 19 28
1247001	Paranã	Fátima	TO	ANA	-12 37 00	-47 52 42
1247002	Rio da Palma (Faz. Chuva Manga)	Babaçulândia	TO	ANA	-12 24 56	-47 11 59
1247003	Paranã	Fátima	TO	INMET	-12 33 00	-47 51 00
1247005	Fazenda Santa Rita	Fátima	TO	ANA	-12 35 06	-47 29 12
1247006	Rio da Palma	Conceição do Tocantins	TO	ENERPEIXE	-12 24 56	-47 11 58
1247007	Fazenda Nova Areia	Paranã	TO	ENERPEIXE	-12 36 47	-47 45 34
1247008	Fazenda Visão da Santana	Paranã	TO	ENERPEIXE	-12 41 26	-47 46 59
1248000	Peixe	Filadélfia	TO	ANA	-12 01 42	-48 32 18
1248001	Colonha	Peixe	TO	ANA	-12 23 16	-48 42 41
1248002	Peixe	Filadélfia	TO	INMET	-12 03 00	-48 32 00
1248003	Palmeirópolis	Palmeirópolis	TO	ANA	-13 02 31	-48 24 25
1248004	AHE Peixe - Fazenda Santa Cruz	Fátima	TO	FURNAS	-12 15 58	-48 18 43
1248006	Angical - Jusante	Peixe	TO	INVESTCO	-12 13 41	-48 24 14
1248007	UHE Peixe Angical - Barramento	Peixe	TO	ENERPEIXE	-12 40 10	-48 23 09
1249000	Alvorada	Alvorada	TO	ANA	-12 28 51	-49 07 27
1249001	Araguaçu	Aparecida do rio Negro	TO	ANA	-12 55 44	-49 49 39
1249002	Projeto Rio Formoso	Formoso do Araguaia	TO	ANA	-11 50 22	-49 46 18
1249003	Barreira do Pequi	Cariri do Tocantins	TO	ANA	-12 05 19	-49 56 16
1249004	Praia Alta	Aparecida do Rio Negro	TO	ANA	-12 25 04	-49 35 21
1249005	Sandolândia	Sandolândia	TO	ANA	-12 32 00	-49 55 55
1348002	São Félix	São Félix do Tocantins	TO	CEM	-13 31 59	-48 08 17

Fonte: Hidroweb, adaptado pelo autor (2019)

6.3.2 Modelagem das informações

Na sub-etapa de modelagem de informações, serão selecionados o máximo de informações disponíveis do que se diz respeito a dados de precipitações presente no Estado do Tocantins.

Figura 5 – Etapa de modelagem das informações



Fonte – Elaborado pelo autor

7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

7.1 Planilha de tratamento de dados

Nesta etapa encontra-se a aba de planilha Excel “ANA” alimentada pelo do Hidroweb com os dados de chuva das estações pluviométricas do Estado do Tocantins os quais são divulgados pela Agencia Nacional das Águas. Essa aba contém as informações utilizadas coletados por todo período de monitoramento pela estação, dentre muitas, as necessárias para efeitos de cálculo as quais são:

- Código de identificação da estação pluviométrica;
- Data mensal da precipitação;
- Volume de chuva diário;

Somatório do volume de chuva diário.

Quadro 6 – Banco de dados

// Versão Web 3.0							
// © 2013 Agência Nacional de Águas (ANA)							
//							
// NivelConsistencia: 1 = Bruto, 2 = Consistido							
// TipoMedicaoChuvas: 1 = Pluviômetro, 2 = Pluviógrafo, 3 = Data logger							
// Status: 0 = Branco, 1 = Real, 2 = Estimado, 3 = Duvidoso, 4 = Acumulado							
//							
// Restrições da consulta:							
// Código da Estação:00848000							
//							
Código da Estação:00848000							
EstacaoCodigo	Data	Tipo Medicao Chuvas	Chuva01	Chuva02	Chuva03	Chuva04	Chuva05
848000	01/12/1971	1					
848000	01/01/1972	1	0	17	19	0	0
848000	01/02/1972	1	17	19	20	0	6
848000	01/03/1972	1	0	0	0	0	0
848000	01/04/1972	1	0	0	0	0	0
848000	01/05/1972	1	8	4,3	7,3	0	0

CONTINUAÇÃO							
848000	01/06/1972	1	0	0	0	0	0
848000	01/07/1972	1	0	0	0	0	0
848000	01/08/1972	1	0	0	0	0	0
848000	01/09/1972	1	2,2	0	0	0	0
848000	01/10/1972	1	1,7	0	1,2	1	0
848000	01/11/1972	1	0	29,6	0	0	0
848000	01/12/1972	1	0	34,6	1,8	6,6	0
848000	01/01/1973	1	0	0	0	0	0
848000	01/02/1973	1	23,2	0	29,6	11,4	0
848000	01/03/1973	1	0	3,6	0	11,2	47,8
848000	01/04/1973	1	0	0	0	20	0

Fonte: HidroWeb, adaptado pelo autor. 2019

A partir dos dados da aba anterior, parte para a aba “Dinâmica”. Nesta, foi formatado e filtrado o que foi fornecido da ANA deixando em evidencia os dados mensais, adicionando o dia de cada mês com seus respectivos somatórios de precipitação ocorrido no dia por todo o período de monitoramento das estações pluviométricas por recurso do Excel tabela dinâmica para fins de reaproveitamento da calculadora para as demais estações. Seguindo a lógica, então parte-se para aba “Dias Paralisados”.

Quadro 7 – Soma de chuvas

	Valores	Total
01/10/2004	Soma de Chuva01	
	Soma de Chuva02	
	Soma de Chuva03	
	Soma de Chuva04	
	Soma de Chuva05	
	Soma de Chuva06	
	Soma de Chuva07	
	Soma de Chuva08	
	Soma de Chuva09	

CONTINUAÇÃO		
	Soma de Chuva10	
	Soma de Chuva11	
	Soma de Chuva12	0,00
	Soma de Chuva13	0,00
	Soma de Chuva14	0,00
	Soma de Chuva15	0,00
	Soma de Chuva16	0,00
	Soma de Chuva17	0,00
	Soma de Chuva18	0,00
	Soma de Chuva19	0,00
	Soma de Chuva20	0,00
	Soma de Chuva21	0,00
	Soma de Chuva22	0,50
	Soma de Chuva23	0,00
	Soma de Chuva24	0,00
	Soma de Chuva25	0,00
	Soma de Chuva26	28,00
	Soma de Chuva27	4,70
	Soma de Chuva28	0,00
	Soma de Chuva29	0,00
	Soma de Chuva30	3,00
	Soma de Chuva31	0,00
01/11/2004	Soma de Chuva01	0,00

Fonte: HidroWeb, adaptado pelo autor. 2019

Com os levantamentos já obtidos, foi confeccionado filtros onde é demonstrados dias da semana, uma vez que, um dos princípios do fator nd é excluir os domingos. Assim sendo possível efetivar o cálculo de tal fator disposto no manual do DNIT, ilustrados na coluna “Dias paralisados”, corrido para todos os dias disponibilizados nos dados.

Quadro 8 – Dias paralisados

Dia da Semana	Dia	Mês	Ano	Data	Chuva	Dias Paralisados
SEX	12	NOV	2004	12/11/2004	0,00	-
SÁB	13	NOV	2004	13/11/2004	16,10	0,02444
DOM	14	NOV	2004	14/11/2004	12,30	-
SEG	15	NOV	2004	15/11/2004	35,80	0,46222
TER	16	NOV	2004	16/11/2004	0,00	-
QUA	17	NOV	2004	17/11/2004	0,00	-
QUI	18	NOV	2004	18/11/2004	0,00	-
SEX	19	NOV	2004	19/11/2004	0,00	-
SÁB	20	NOV	2004	20/11/2004	0,00	-
DOM	21	NOV	2004	21/11/2004	0,00	-
SEG	22	NOV	2004	22/11/2004	21,00	0,13333
TER	23	NOV	2004	23/11/2004	0,00	-
QUA	24	NOV	2004	24/11/2004	2,10	-
QUI	25	NOV	2004	25/11/2004	0,00	-
SEX	26	NOV	2004	26/11/2004	19,20	0,09333
SÁB	27	NOV	2004	27/11/2004	46,90	0,70889
DOM	28	NOV	2004	28/11/2004	0,00	-

Fonte – HidroWeb, adaptado pelo autor. 2019

De acordo com o exposto acima a aba “Tabela_Vol 6_Tomo 01” da planilha, contém os informativos dos fatores nd calculados seguindo a sequência descrita, obtendo o valor diário.

Quadro 9 – Fator nd calculado mensal

Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes
Volume 06 - Tomo 01 - Índices Pluviométricos - Região Norte

Média de Dias Paralisados	Rótulos de Coluna												
Dia	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral
1	0,05323	0,04296	0,07937	0,03968	0,00190	0,01714	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,04762	0,00254	0,02361
2	0,02730	0,05926	0,07185	0,07111	0,05153	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02333
3	0,00063	0,01587	0,15630	0,06201	0,03481	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01069	0,00000	0,01079	0,02416
4	0,04762	0,07228	0,09757	0,09058	0,06053	0,00000	0,04762	0,00000	0,02525	0,01365	0,03661	0,06529	0,04633
5	0,04529	0,07947	0,05873	0,14063	0,00614	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03175	0,05862	0,00233	0,03511
6	0,05365	0,04381	0,06063	0,07714	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00303	0,00148	0,01058	0,01704	0,02220
7	0,01354	0,05545	0,01460	0,05958	0,00995	0,01598	0,00000	0,00000	0,00646	0,01503	0,04762	0,02042	0,02149
8	0,06444	0,07048	0,15915	0,03323	0,03460	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01058	0,06476	0,03629
9	0,06952	0,06243	0,06497	0,08762	0,01545	0,00677	0,02138	0,00000	0,00000	0,00000	0,03619	0,05661	0,03494
10	0,09439	0,06074	0,06910	0,03873	0,01608	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00106	0,01016	0,02409
11	0,01418	0,06402	0,06106	0,04921	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03636	0,00212	0,05757	0,01397	0,02492
12	0,12106	0,03725	0,18783	0,12116	0,00000	0,00000	0,00000	0,00042	0,00000	0,02434	0,00762	0,02116	0,04323
13	0,03280	0,15937	0,08466	0,02804	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00960	0,04825	0,00000	0,04910	0,03422
14	0,06254	0,06349	0,04984	0,10021	0,05439	0,00265	0,00000	0,00000	0,00000	0,03143	0,03069	0,00000	0,03281

Média de Dias Paralisados	Rótulos de Coluna												
Dia	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral
16	0,12392	0,08614	0,05333	0,00106	0,06910	0,03386	0,00000	0,01005	0,02646	0,00000	0,03598	0,04762	0,04057
17	0,03058	0,04518	0,10614	0,05228	0,00000	0,00000	0,00000	0,00667	0,01212	0,05566	0,00646	0,02667	0,02841
18	0,07354	0,14074	0,00381	0,04868	0,00000	0,00000	0,00328	0,00000	0,00000	0,00127	0,00000	0,00275	0,02275
19	0,06804	0,09587	0,09862	0,04868	0,00000	0,00000	0,00212	0,00000	0,04525	0,01693	0,02889	0,02804	0,03607
20	0,11831	0,01598	0,06349	0,11323	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,04360	0,02011	0,05101	0,03534
21	0,09228	0,09386	0,06773	0,01757	0,00995	0,00000	0,00000	0,00000	0,00313	0,00000	0,04762	0,01079	0,02848
22	0,06571	0,05820	0,16593	0,04127	0,03196	0,00000	0,00000	0,00000	0,00626	0,04360	0,01058	0,02095	0,03692
23	0,08508	0,07704	0,04635	0,03407	0,00571	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01164	0,01704	0,00042	0,02302
24	0,07693	0,05418	0,09016	0,08645	0,00138	0,00000	0,00000	0,01270	0,03535	0,01714	0,00550	0,01175	0,03264
25	0,01122	0,12317	0,03968	0,02963	0,00000	0,00000	0,00000	0,00847	0,00000	0,00529	0,01619	0,01079	0,02029
26	0,02582	0,04116	0,05460	0,09048	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00081	0,00751	0,01619	0,07513	0,02588
27	0,08582	0,15238	0,07143	0,09471	0,00000	0,00000	0,00000	0,01058	0,01556	0,03132	0,00042	0,02307	0,04034
28	0,09090	0,07471	0,10582	0,03164	0,00000	0,00000	0,04423	0,00000	0,00545	0,02392	0,00000	0,06085	0,03634
29	0,05693	0,00000	0,07619	0,01376	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01414	0,04201	0,09069	0,09714	0,03469
30	0,02794		0,10815	0,06825	0,00000	0,00000	0,00000	0,00614	0,05576	0,01735	0,01534	0,00540	0,02779
31	0,05270		0,07259		0,02540		0,00000	0,00233		0,08804		0,14445	0,05507
Total Geral	0,06021	0,07082	0,08105	0,06105	0,01384	0,00255	0,00383	0,00185	0,01003	0,02003	0,02208	0,03297	0,03140

Fonte – Hidroweb, adaptado pelo autor. 2019

Com isso os resultados são consolidados na aba “ANUAL”, como demonstrado na página anterior. Em seu conteúdo, a partir dos dados disponíveis e tratados, aplicando metodologia do SICRO é dado o Fator nd mensal de cada ano registrado pela estação e então feito a média do percentual dos dias paralisados no modelo em que o manual de transportes foi publicado.

Quadro 10 – Fator nd calculado anual

COMPARATIVO DA MÉTRICA DO CÁLCULO DO FATOR DE INTENSIDADE DE CHUVAS "nd" SR/TO X CGCIT (Ref.: Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Volume 06 - Tomo 01 - Índices Pluviométricos - Região Norte)													
Média de Dias Paralisados	MÊS												
Rótulos de Linha	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral
2004										0,00932	0,04741	0,05333	0,03657
2005	0,08660	0,07476	0,12989	0,01682	0,00918	0,00000	0,00000	0,00000	0,00252	0,00581	0,11437	0,02545	0,03854
2006	0,00824	0,06056	0,06179	0,07348	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,06919	0,02530	0,02215	0,07742	0,03286
2007	0,03011	0,18476	0,00552	0,03778	0,00459	0,00000	0,00000	0,00000	0,00585	0,00430	0,03541	0,00810	0,02514
2008		0,14544	0,07928	0,08400	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,05052	0,05384	0,07200	0,07348	0,05020
2009	0,02889	0,09476	0,11290	0,04378	0,04373	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02330	0,01593	0,07011	0,03587
2010	0,05541	0,06175	0,06559	0,09148	0,01434	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,07004	0,01874	0,09613	0,03940

Fonte – Hidroweb, adaptado pelo autor. 2019

Rótulos de Linha	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral
2011	0,07075	0,06206	0,05183	0,00837	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02194	0,09333	0,08875	0,03293
2012	0,02559	0,05563	0,05147	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01792	0,07993	0,06258	0,02430
2013	0,09405	0,05516	0,10538	0,00430	0,00337	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,05670	0,05096	0,09376	0,03878
2014	0,02581	0,08778	0,06115	0,04563	0,02523	0,00000	0,00000	0,00000	0,02630	0,08380	0,03333	0,07219	0,03816
2015	0,06444	0,02429	0,06280	0,13911	0,01763	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00796	0,04356	0,04444	0,03363
2016	0,13262	0,01264	0,06523	0,03215	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00541	0,01964	0,02415	0,04115	0,02797
2017	0,16065	0,05929	0,05799										0,09375
Total Geral	0,06526	0,07527	0,07006	0,04807	0,00984	0,00000	0,00000	0,00000	0,01331	0,03076	0,05010	0,06207	0,03592

O trabalho traz além do que é pedido pelo SICRO, uma vez que poderá ser consultado o Fator nd a qualquer modo que se deseja pesquisar, seja ele anual, mensal e até mesmo diário, dentro do intervalo de dados coletados da estação pluviométrica e do tempo disponibilizado.

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral	Total Geral (Arred 5ª casa)	Manual de Custos (Índices Pluviom.)	Diferença	PERÍODO
649003	0,04735	0,07653	0,07092	0,05449	0,02234	0,00449	0,00052	0,00320	0,01424	0,03237	0,04207	0,05770	0,03493	0,03638	0,03274	0,00363	1985-2018
747001	0,06832	0,05914	0,06649	0,04117	0,01032	0,00323	0,00029	0,00065	0,01042	0,03197	0,04075	0,06058	0,03227	0,03187	0,03148	0,00039	1971-2018
747009	0,05753	0,05497	0,05459	0,04188	0,01428	0,00166	0,00008	0,00080	0,01021	0,01949	0,04445	0,03943	0,02771	0,02770	0,02686	0,00083	1984-2018
748000	0,07509	0,08346	0,06240	0,04417	0,01503	0,01054	0,00000	0,00786	0,01395	0,03197	0,04714	0,04972	0,03691	0,04254	0,03279	0,00975	1971-1985
748001	0,05998	0,06900	0,06018	0,04714	0,01290	0,00223	0,00036	0,00434	0,01115	0,04360	0,05183	0,05123	0,03391	0,03407	0,03304	0,00104	1973-2018
748002	0,05781	0,06732	0,06503	0,04928	0,01516	0,00415	0,00229	0,00320	0,01486	0,03431	0,05139	0,04685	0,03351	0,03306	0,03209	0,00097	1973-2018
748003	0,04670	0,06628	0,06684	0,04445	0,01745	0,00464	0,00107	0,00258	0,01208	0,03541	0,05019	0,05243	0,03304	0,03279	0,03155	0,00124	1974-2018
748004	0,05563	0,06182	0,07121	0,04862	0,01540	0,00573	0,00004	0,00139	0,01250	0,03706	0,04598	0,05607	0,03386	0,03287	0,03061	0,00226	1984-1998
749000	0,06152	0,06972	0,06727	0,04548	0,01665	0,00053	0,00195	0,00179	0,01161	0,03494	0,04919	0,05329	0,03394	0,03363	0,03318	0,00045	1973-2018
749001																	
750003	0,06865	0,05639	0,05119	0,01963	0,00788	0,00080	0,00000	0,00104	0,00657	0,03718	0,04907	0,02877	0,02605	0,02639	0,02031	0,00608	1974-1976 2012-2018
847000	0,07509	0,08346	0,06240	0,04417	0,01503	0,01054	0,00000	0,00786	0,01395	0,03197	0,04714	0,04972	0,03691	0,04254	0,03279	0,00975	1973-2017
847001	0,06549	0,06936	0,06331	0,04972	0,01520	0,00168	0,00017	0,00161	0,00475	0,03448	0,05115	0,05397	0,03374	0,03446	0,03297	0,00149	1973-2018
847002	0,04830	0,04080	0,04600	0,03490	0,01469	0,00114	0,00192	0,00053	0,00764	0,02759	0,04512	0,04587	0,02571	0,02552	0,02511	0,00041	1984-2018
847003	0,06063	0,08320	0,06576	0,03995	0,01008	0,00063	0,00000	0,00105	0,00597	0,02563	0,04721	0,07312	0,03245	0,03234	0,02942	0,00292	2000-2018
847004	0,06183	0,07160	0,07358	0,04676	0,00845	0,00000	0,00000	0,00074	0,01141	0,03278	0,05024	0,06519	0,03377	0,03377	0,03022	0,00355	2004-2018
848000	0,06624	0,07314	0,06664	0,05290	0,02152	0,00171	0,00017	0,00214	0,01145	0,03617	0,05559	0,05867	0,03642	0,03646	0,03525	0,00121	1974-2018
848001	0,07227	0,06288	0,05666	0,03930	0,00703	0,00216	0,00029	0,00126	0,01490	0,03296	0,05438	0,06382	0,03350	0,03415	0,03187	0,00228	1973-2018
848002	0,07477	0,06617	0,06185	0,04525	0,01534	0,00118	0,00079	0,00382	0,01886	0,04021	0,06377	0,06667	0,03763	0,03796	0,03658	0,00138	1973-2018

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral	Total Geral (Arred 5ª casa)	Manual de Custos (Índices Pluviom.)	Diferença	PERÍODO
848003	0,05928	0,06011	0,05972	0,03566	0,01052	0,00014	0,00095	0,00203	0,01054	0,04128	0,04963	0,04980	0,03146	0,03153	0,03107	0,00047	1969-2018
848004	0,05915	0,05508	0,05689	0,04194	0,00902	0,00050	0,00000	0,00215	0,00617	0,03752	0,04586	0,06079	0,03066	0,03056	0,02981	0,00075	1969-1998
848005																	
848006	0,07637	0,06571	0,06341	0,03934	0,02213	0,00044	0,00000	0,00044	0,00978	0,02484	0,05295	0,04844	0,03365	0,03056	0,02981	0,00075	2004-2018
849002	0,06755	0,08108	0,07425	0,05161	0,01798	0,00295	0,00018	0,00283	0,01484	0,03837	0,05770	0,06985	0,03959	0,03988	0,03867	0,00121	1973-2018
946003	0,07065	0,05786	0,05107	0,03098	0,00873	0,00012	0,00000	0,00038	0,00292	0,02783	0,04665	0,05609	0,02896	0,02919	0,02817	0,00102	1973-2018
946004	0,03733	0,04888	0,02617	0,01479	0,00662	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,02028	0,03877	0,02742	0,01952	0,02180	0,01296	0,00884	1963-2014
947000	0,04333	0,06576	0,04645	0,04452	0,02595	0,00160	0,00645	0,00027	0,01612	0,05962	0,06723	0,02875	0,03292	0,02180	0,01296	0,00884	1973-1977
947001	0,06080	0,07407	0,07094	0,04586	0,00933	0,00028	0,00005	0,00136	0,01022	0,02707	0,05675	0,06800	0,03509	0,03530	0,03465	0,00066	2014
948000	0,06205	0,06045	0,06447	0,03479	0,00890	0,00071	0,00034	0,00123	0,01041	0,03736	0,05266	0,06265	0,03274	0,03263	0,03207	0,00056	1969-2016
948001	0,06153	0,06964	0,05688	0,04211	0,01035	0,00267	0,00004	0,00045	0,01263	0,03162	0,05633	0,05229	0,03267	0,03262	0,03201	0,00061	1969-2018
948003																	
949000	0,08456	0,07670	0,07514	0,04325	0,01266	0,00056	0,00015	0,00086	0,01208	0,04658	0,06119	0,06849	0,03983	0,03981	0,03912	0,00069	1973-2018
949001	0,08041	0,07832	0,07465	0,04939	0,00850	0,00238	0,00017	0,00152	0,00927	0,02995	0,06541	0,06558	0,03865	0,03959	0,03734	0,00224	1973-2018
949002	0,06755	0,08108	0,07425	0,05161	0,01798	0,00295	0,00018	0,00283	0,01484	0,03837	0,05770	0,06985	0,03959	0,03988	0,03867	0,00121	1973-2018
949003	0,06038	0,07242	0,07430	0,03644	0,01992	0,00084	0,00000	0,00096	0,00957	0,04539	0,06342	0,05351	0,03648	0,04066	0,03296	0,00770	1999-2018
950000	0,04760	0,05680	0,05771	0,03466	0,01119	0,00054	0,00031	0,00178	0,00882	0,02980	0,04484	0,05002	0,02904	0,02888	0,02503	0,00384	1973-2018
950002	0,05226	0,06566	0,04988	0,03341	0,01075	0,00064	0,00155	0,00075	0,00587	0,03150	0,05101	0,04809	0,02891	0,02860	0,02811	0,00049	1984-2018
1046001	0,07397	0,07931	0,07480	0,03905	0,01269	0,00032	0,00000	0,00000	0,00720	0,02369	0,05894	0,06784	0,03552	0,03535	0,03418	0,00117	1998-2018
1047000	0,07666	0,07241	0,06830	0,04498	0,00845	0,00074	0,00027	0,00001	0,01052	0,02861	0,05745	0,07372	0,03648	0,03607	0,03578	0,00030	1973-2018

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral	Total Geral (Arred 5ª casa)	Manual de Custos (Índices Pluviom.)	Diferença	PERÍODO
1047001	0,05069	0,05712	0,04719	0,03494	0,00993	0,00003	0,00000	0,00009	0,00576	0,02609	0,03838	0,04970	0,02640	0,02594	0,02549	0,00045	1971-2018
1047002	0,05922	0,05848	0,05990	0,03362	0,00885	0,00072	0,00010	0,00033	0,00696	0,03308	0,04964	0,06544	0,03106	0,03116	0,03024	0,00092	1969-2018
1047003	0,04990	0,06648	0,04604	0,03224	0,01195	0,00016	0,00000	0,00105	0,00557	0,02973	0,04208	0,05973	0,02867	0,03080	0,02736	0,00344	1981-1995
1047004	0,07019	0,05161	0,05142	0,02610	0,00452	0,00027	0,00052	0,00107	0,00498	0,01432	0,03822	0,05926	0,02661	0,02681	0,02643	0,00038	1984-2018
1047005																	
1047006																	
1048000	0,08673	0,06951	0,07337	0,03610	0,00857	0,00100	0,00000	0,00098	0,00552	0,03167	0,05182	0,07586	0,03650	0,03674	0,03475	0,00198	1971-2018
1048001	0,07377	0,08786	0,07072	0,04574	0,01065	0,00155	0,00000	0,00074	0,01053	0,03435	0,05867	0,07324	0,03870	0,03953	0,03781	0,00173	1971-2018
1048002	0,24440	0,24365	0,21380	0,09456	0,01592	0,00614	0,00340	0,00220	0,04880	0,11303	0,13349	0,16563	0,10762	0,12129	0,09815	0,02314	1969-1985
1048003	0,06110	0,06715	0,05789	0,03536	0,00912	0,00144	0,00010	0,00021	0,01205	0,03288	0,04856	0,05762	0,03190	0,03213	0,03072	0,00141	1969-2018
1048004																	
1048005	0,07035	0,07221	0,06964	0,03809	0,01052	0,00046	0,00019	0,00011	0,01045	0,03304	0,05695	0,07630	0,03566	0,03563	0,03432	0,00130	1976-2018
1048006																	
1048007																	
1049000	0,03763	0,02726	0,05728	0,02948	0,00079	0,00000	0,00000	0,00000	0,00528	0,06176	0,00170	0,03159	0,02095	0,02206	0,01507	0,00700	1969-1971
1049001	0,07865	0,08027	0,07274	0,04855	0,01107	0,00010	0,00020	0,00096	0,00936	0,03971	0,06512	0,08708	0,04069	0,04085	0,04008	0,00077	1983-2018
1049002	0,07510	0,06683	0,05836	0,03978	0,00578	0,00000	0,00000	0,00046	0,00643	0,04371	0,06806	0,06870	0,03563	0,04085	0,04008	0,00077	1999-2018
1049003	0,06248	0,06917	0,05099	0,03996	0,00901	0,00136	0,00000	0,00000	0,00475	0,02889	0,05065	0,07463	0,03193	0,04085	0,04008	0,00077	2004-2018
1050002	0,06300	0,06802	0,06040	0,03552	0,00850	0,00102	0,00041	0,00048	0,00868	0,02835	0,05380	0,05683	0,03206	0,03336	0,03043	0,00293	1985-2018
1146000	0,05306	0,05221	0,05576	0,02656	0,00829	0,00180	0,00016	0,00000	0,00652	0,02088	0,04490	0,05580	0,02711	0,02876	0,02551	0,00325	1971-2018

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral	Total Geral (Arred 5ª casa)	Manual de Custos (Índices Pluviom.)	Diferença	PERÍODO
1246001	0,07594	0,06351	0,05685	0,03493	0,01024	0,00032	0,00017	0,00014	0,00486	0,02873	0,06413	0,06605	0,03370	0,03385	0,03180	0,00205	1973-2018
1246002	0,08014	0,06831	0,05779	0,03479	0,01004	0,00032	0,00017	0,00014	0,00509	0,03194	0,06751	0,06520	0,03498	0,03541	0,03298	0,00242	1973-2018
1246003	0,07226	0,06112	0,05260	0,02711	0,00244	0,00014	0,00009	0,00000	0,00490	0,02974	0,05220	0,06522	0,02983	0,02854	0,02782	0,00072	1969-1998
1246004																	
1247000	0,05437	0,04986	0,04185	0,01883	0,00314	0,00017	0,00002	0,00064	0,00393	0,01891	0,05111	0,05307	0,02459	0,02557	0,02337	0,00220	1973-2018
1247001	0,06471	0,06647	0,03944	0,02969	0,00204	0,00016	0,00000	0,00057	0,00338	0,03169	0,04503	0,05059	0,02934	0,02992	0,02569	0,00423	1970-2018
1247002	0,04713	0,04566	0,03239	0,01277	0,00255	0,00024	0,00012	0,00069	0,00513	0,02399	0,05590	0,05388	0,02323	0,02389	0,02200	0,00190	1973-2018
1247003	0,06597	0,05604	0,03444	0,02157	0,00357	0,00000	0,00000	0,00166	0,00273	0,02762	0,04084	0,05474	0,02686	0,03225	0,02201	0,01024	1969-1992
1247005	0,04137	0,03356	0,03242	0,00701	0,00355	0,00000	0,00000	0,00000	0,00311	0,01853	0,03717	0,04774	0,01876	0,01928	0,01773	0,00155	1984-2018
1247006																	
1247007																	
1247008																	2011
1248000	0,05609	0,05461	0,03855	0,02019	0,00690	0,00157	0,00000	0,00000	0,00880	0,02767	0,07142	0,04839	0,02767	0,02546	0,02546	0,00000	1970-1985
1248001	0,05554	0,04387	0,04302	0,01949	0,00369	0,00016	0,00014	0,00051	0,00555	0,02228	0,04319	0,05486	0,02432	0,02415	0,02348	0,00067	1974-2018
1248002	0,07949	0,06140	0,05033	0,02511	0,00713	0,00210	0,00069	0,00057	0,00816	0,02432	0,06340	0,07032	0,03184	0,02812	0,02751	0,00061	1975-1998
1248003	0,07122	0,06104	0,04907	0,03106	0,00633	0,00000	0,00000	0,00441	0,00556	0,03188	0,06819	0,07946	0,03350	0,03547	0,03163	0,00384	1978-2018
1248004	0,03977	0,06300	0,03991	0,04696	0,00584	0,00000	0,00000	0,00000	0,01842	0,01321	0,07936	0,11507	0,03561	0,03839	0,02627	0,01212	1994-2001
1248006																	
1248007																	
1249000	0,05698	0,05522	0,05375	0,02319	0,00498	0,00028	0,00006	0,00100	0,00563	0,02767	0,04532	0,05473	0,02696	0,02738	0,02612	0,00126	1971-2018

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Geral	Total Geral (Arred 5ª casa)	Manual de Custos (Índices Pluviom.)	Diferença	PERÍODO
1249001	0,08025	0,07091	0,05814	0,02702	0,00441	0,00000	0,00000	0,00061	0,01232	0,02809	0,06398	0,08933	0,03596	0,03606	0,03513	0,00093	1973-2018
1249002	0,06185	0,06349	0,05558	0,02496	0,00528	0,00014	0,00000	0,00054	0,00293	0,03448	0,04888	0,07950	0,03125	0,03499	0,02894	0,00604	1980-2018
1249003	0,06632	0,06104	0,05433	0,02342	0,00363	0,00064	0,00000	0,00073	0,00468	0,02608	0,06545	0,08617	0,03185	0,03171	0,02914	0,00258	1984-2018
1249004	0,06078	0,06405	0,05470	0,02657	0,00494	0,00084	0,00000	0,00027	0,00544	0,02205	0,05066	0,07419	0,02964	0,02903	0,02797	0,00106	1986-2018
1249005	0,05461	0,06092	0,05752	0,03008	0,00815	0,00000	0,00000	0,00000	0,00754	0,03496	0,05501	0,07377	0,03130	0,03155	0,02766	0,00388	2004-2018
1348002	0,05604	0,04113	0,03461	0,02317	0,00339	0,00038	0,00035	0,00213	0,00866	0,01963	0,03804	0,03823	0,02199	0,02196	0,02141	0,00055	1970-1999

Fonte – HidroWeb, adaptado pelo autor. 2019

Legenda:

	Sem dados
	Com dados

8 Resultados e discussões

Com os resultados adquiridos foram admitidos noventa e quatro estações pluviométricas com registros de dados das cento e vinte duas existentes. No entanto respeitando o manual de custos em sua metodologia, somente duas estações atenderam todos os itens, duas estas que diferem das disponibilizadas pelo SICRO, sendo as estações nomeadas de Cangussu (código 950002) e de Palmas (código 1048003). O principal item a não ser atendido foi o questionamento de obter dados nos últimos 15 anos ininterruptos, uma vez que, a maioria das estações mostraram sem leitura de dados pluviométricos no ano de 2007, outras com paralisação de medição.

Porém, há um grande volume de estações que contém um vasto volume de dados registrados e que poderão ser utilizadas na extração feita para o Fator nd onde está já calculado e disponível no Quadro – 11 na coluna total geral. Também foi feita a análise da diferença, pois no manual de custos ele considera em sua média os meses sem leitura na medição para seus cálculos, pois há diferença de cálculo em considerar dados sem leitura e dados zerados; o que pode deixar a estatística tendenciosa.

A demonstração de se somente duas estações são capazes de representar o estado do Tocantins por completo através de uma análise orçamentária de um dado serviço em diferentes regiões do território estatal, variando de acordo com a pluviometria do local, para então determinar a influência do fator de intensidade de chuva no custo unitário do serviço no fator FIC.

Exemplo:

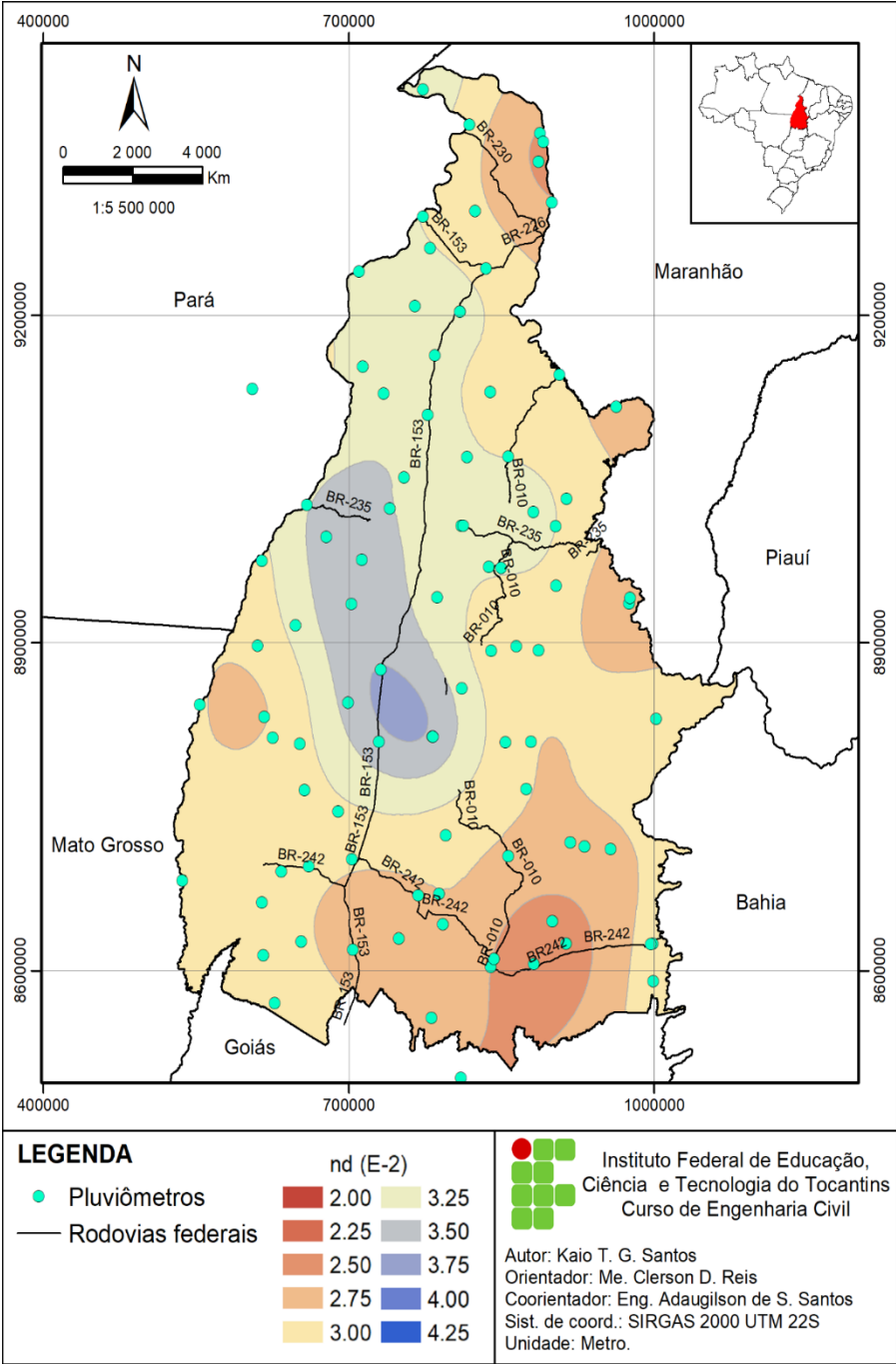
Os fatores de permeabilidade e escoamento superficial podem reduzir o valor do Fator de Influência de Chuvas - FIC, por apresentarem elementos atenuantes. Adotando-se os fatores de 0,75 e 0,95, conforme sugerido, o valor final do FIC poderá ser expresso da seguinte forma:

$$FIC = fa \times 0,75 \times 0,95 \times nd = 0,7125 \times fa \times nd$$

O FIC incidirá sobre o custo unitário de execução (mão de obra e equipamentos) das composições de custos principais, dos serviços auxiliares e dos transportes. Os serviços que podem ter seus custos unitários ajustados em função da influência das chuvas encontram-se representados na Tabela XX e as composições de custos do SICRO indicarão quando o FIC for

aplicável. Com âmbito de visualização foi confeccionado um mapa de curvas de transição a partir dos fatores nd gerados pela estatística apresentada cima.

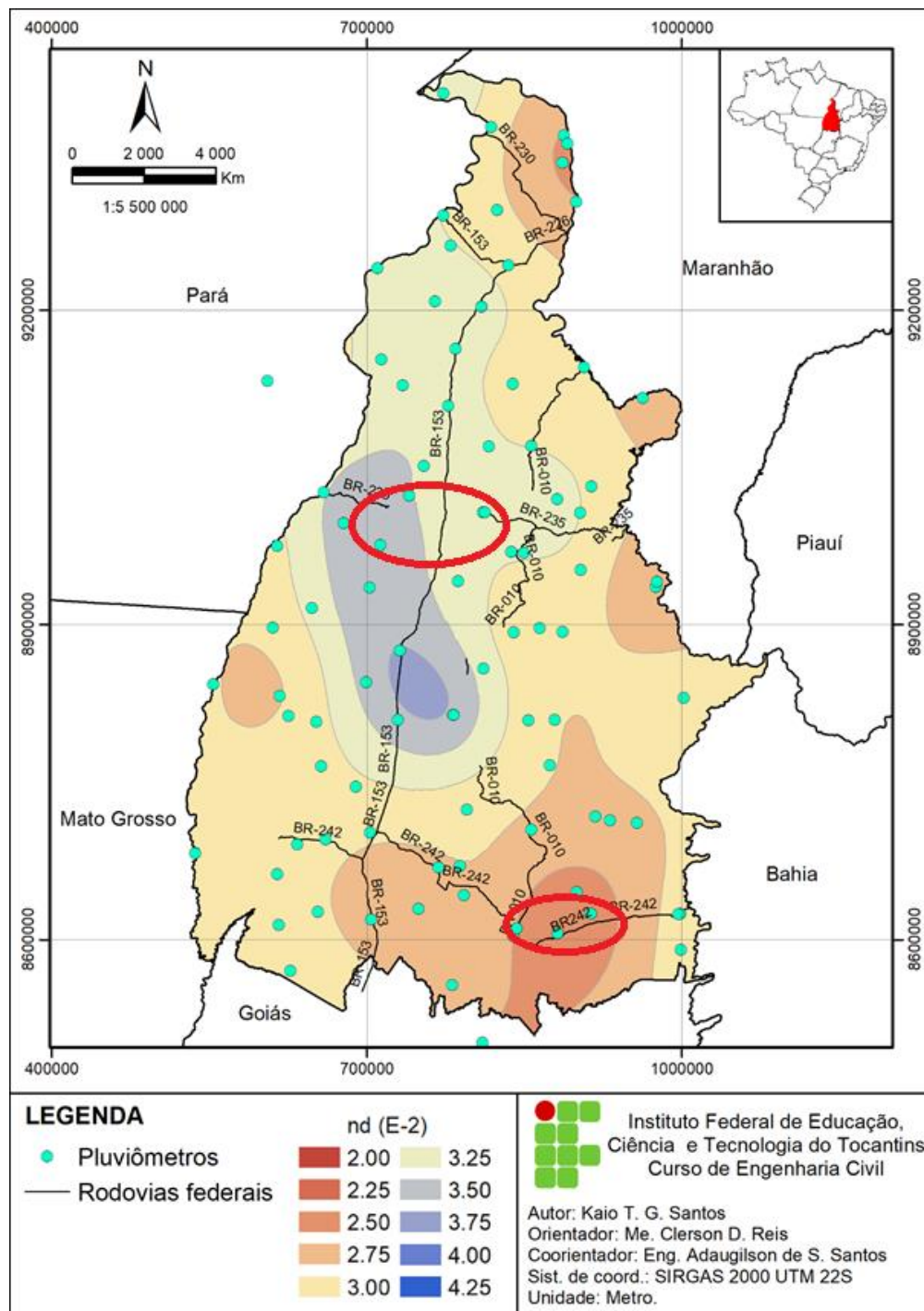
Figura 6 – Curvas de transição dos fatores nd



Fonte: Autor (2019)

10.3. Exemplos de Aplicação orçamentária considerando dois trechos distintos com os mesmos serviços, porém com o fator nd sendo o diferencial sendo elas. Um trecho fictício de 100 km partindo inicialmente pelas estações próximas, efetuando a média de três como recomenda o manual de custos

Figura 7 – Trecho e estações selecionadas



Fonte: Autor (2019)

Ponto 01: BR-242 Estações 1247005; 1348002; 1247002.

$$nd\ 1 = \frac{0,02322 + 0,02199 + 0,01876}{3} = 0,02133$$

Ponto 02: BR-153 Estações 1048002; 1049001; 949000.

$$nd\ 2 = \frac{0,10762 + 0,04069 + 0,03983}{3} = 0,06272$$

Ao analisar somente o fator nd é possível notar a diferença entre as regiões chegando à praticamente 200% de um local para outro, o que demonstra o quanto o fator é sensível à região.

Em sequência admitindo uma rodovia padrão até a etapa de tratamento superficial duplo de 12 metros de largura e a altura da camada de 20 centímetros para base e sub base obtém se as composições para fins de orçamento.

Referência: Tocantins

Mês-base: Janeiro de 2019

Anexo A Fator nd admitido pelo SICRO:

Anexo B Fator nd Ponto 01:

Anexo C Fator nd Ponto 02

Gerando o orçamento comparativo dado abaixo no Quadro – 12.

Quadro 12 – Orçamento comparativo

PLANILHA DE PREÇOS UNITÁRIOS									
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT.	PREÇO FIC SICRO(R\$)	PREÇO FIC 1(R\$)	PREÇO FIC 2(R\$)	VALOR FIC SICRO	VALOR FIC 1	VALOR FIC 2
4011209	Regularização do subleito	m²	1.260.000,00	0,77	0,76	0,80	968.586,25	960.422,85	1.001.960,78
4011227	Sub-Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida	m³	252.000,00	6,12	6,09	6,26	1.542.938,81	1.534.709,46	1.576.582,97
4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida	m³	240.000,00	8,46	8,42	8,60	2.029.473,80	2.020.843,67	2.064.756,47
4011352	Imprimação com emulsão asfáltica	m²	1.260.000,00	0,23	0,23	0,23	291.416,01	290.995,49	293.132,77
4011370	Tratamento superficial duplo com emulsão - brita comercial	m²	1.260.000,00	3,51	3,50	3,51	4.416.904,13	4.415.366,47	4.423.181,54
TOTAL							9.249.319,00	9.222.337,94	9.359.614,53
DIFERENÇA								- 26.981,06	110.295,53

Fonte: Autor (2019)

9 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho era conseguir apresentar uma relação com os fatores de chuva de 122 estações pluviométricas distribuídas pelo território tocantinense que poderão ser utilizadas para cada local de implantação de uma obra rodoviária, as quais trazem dados significativos para a determinação do fator nd no que se implica no dia paralisados e orçamentário.

O estudo conseguiu trazer de forma utilizável noventa e cinco estações com dados aproveitáveis. Porém essas vão de encontro aos requisitos do Manual de custos, o qual se for seguido à risca somente duas estações satisfariam como habilitadas à consulta. Essas duas estações pluviométricas que se diferem das publicadas, onde as estações presentes na divulgação do manual não satisfazem os próprios requisitos. Isto devido ao critério dos dados serem ininterruptos nos últimos quinze anos.

Esse critério que implica significativamente na amostra, uma vez que o principal motivo de não satisfazer o manual é que a maioria das estações não apresenta dados no ano de 2007. Neste tocante somente alguns meses de dados ser o motivo da invalidação de um grande históricos de dados da estação.

Contudo o trabalho gerou o fator nd das noventa e cinco estações presentes devido aos grandes números de dados disponíveis pela ANA, o que favorece à divulgação desses fatores abrangendo notória extensão territorial do Estado do Tocantins.

Foi realizado o comparativo dos fatores gerados em uma análise orçamentária em dois trechos de rodovia compostas pelos mesmos serviços em localizações diferentes do Estado. A análise permitiu a percepção da diferença entre os fatores nd de 0,02133 e de 0,06272, em termos de porcentagem chegando próxima a 200%. Dentro desta causa em um trecho fictício de cem quilômetros de rodovia, foi apontado uma economia em torno de vinte e cinco mil reais, e um ônus de cem mil reais comparado ao SICRO, diferença esta devido apenas ao fator nd para um mesmo orçamento e um mesmo trecho de obra rodoviária.

De maneira mais crítica, pode-se concluir que há um ônus de 1,5% do valor da obra somente pelo fator nd pela posição geográfica o que afeta não somente ao financeiro mas também ao cronograma da obra, uma vez que obras de terra sofrem gravemente com a incidência de chuva, além do auto custo financeiro no orçamento, onde essa porcentagem pode chegar a valores significativos. Tratando de meio prático aproximando cada vez mais o projeto da execução onde ocorra com mais precisão o planejado.

10 REFERÊNCIAS

_____. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes v.1: **Composições de custos unitários de referência: obras de construção rodoviária**. Rio de Janeiro, 2008

BAUNGARTEN, A. P., et al. **Avaliação da Precipitação Média na Bacia do Rio Chopim**. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2005.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes v.1: **Metodologia e conceitos**. Rio de Janeiro, 2003

CASTELAN, E. L, **Análise Prática de Gerenciamento de Obras na Construção Pesada**. 2009.

COELHO, D. M., BACK Á. J., **Estimativa dos Dias Parados em Obras de Engenharia em Função da Chuva**. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Coletânea de normas**. Rio de Janeiro. 1994. 8v.

DNIT, **Nomenclatura das Rodovias Federa**. 2017. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais>> Acesso em 10 de Outubro de 2018

DNIT, **Nota de Esclarecimento sobre o Sistema de Custos Rodoviários – SICRO**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/noticias/nota-de-esclarecimento-sobre-o-sistema-de-custos-rodoviaros-SICRO>> Acesso em

DNIT, **SICRO 3 em consulta pública**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/servicos/SICRO-3-em-consulta-publica/consulta%20publica.pdf>> Acesso em 3 de Agosto de 2018

DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas**. 2017. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviarias/terminologias-rodoviarias-versao-11.1.pdf>> Acesso 11 de Agosto de 2018

Especificações gerais para obras rodoviárias do DNER. Rio de Janeiro. 1997. 4v.

Fascio, A. **SICRO, nova base amplia possibilidades de composições**. 2016. Disponível em: <<http://blog.orcafascio.com/SICRO-nova-base-amplia-possibilidades-de-composicoes/>> Acesso em 01 de Agosto de 2018.

FAUSTINO, J. **Planificación y getión de manejo de cuencas**. Turrialba, CATIE, 1996.

<http://www.dnit.gov.br/noticias/dnit-lanca-novo-sistema-de-custos-referenciais-de-obras-SICRO>

http://www.ibraop.org.br/acervo/XIV_sinaop/docs/FernandoGolbert.pdf Acesso em 3 de agosto 2018

Inventário das estações pluviométricas. / Agência Nacional de Águas. – 2 ed. - Brasília: ANA; SGH, 2009

Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. 1ª Edição - Brasília, 2017. 12v. em 74. **Volume 06: Fator de Influência de Chuvas.**

Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. 1ª Edição - Brasília, 2017. 12v. em 74. **Volume 01: Metodologia e Conceitos.**

MARTINS, F. B.; et al. **Zoneamento Ambiental da sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena.** 2005.11v.

MATTOS, A. D.. **O impacto das chuvas no planejamento.** Blogs Pini. 19 de Maio de 2015. Disponível em: < <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/o-impacto-das-chuvas-no-planejamento-347771-1.aspx> > Acesso em 10 de Agosto de 2018.

MENDES, O. R.. **Influência das Chuvas em Obras de Engenharia.** 2006.

MIR, J. **Dias de chuva, equipe de obra** Ed. 42, Novembro 2011. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construção-reforma/42/dias-de-chuva-entenda-como-os-periodos-de-chuva-242128-1.aspx>> Acesso em: 07 de Agosto de 2018

NBR 5891: **Regras de arredondamento na numeração decimal** - Procedimento. [S.l.]. 2014.

O Portal HidroWeb <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentação.jsf> Acesso em 20 de agosto de 2018

PEDRAZZI, J. A. **Hidrologia aplicada.** Disponível em: < <http://www.facens.br/alunos/material/Pedrazzi0038> > Acesso em: 10 de Agosto de 2018.

PIRES, A. S.. **Planejamento de Obras Rodoviárias Rodoanel** – Trecho Sul – Lote 4. 2007

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e Recurso Hídricos.** São Carlos: EESC/USP, 1998.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Embrapa Milho e Sorgo, n. 30, 2003.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria Aplicada.** Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

Téchne, **Sempre um (bom) motivo para uma desculpa**, Ed. 161, Agosto de 2010.
Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/161/imprime182464.asp>>
Acesso em: 07 de Agosto de 2018.

TEODORO, V. L.; et al. **O conceito da bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, n. 20, 2007.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 2009. 4ª ed.

11 ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B

ANEXO C